Pol. civ.
12 u

Pol. civ.

Beranek

12 M

ÜBER

LÜFTUNG UND HEIZUNG

INSBESONDERE VON

SCHULHÄUSERN

DURCH

NIEDERDRUCKDAMPF-LUFTHEIZUNG.

VON

INGENIEUR HERMANN BERANECK

HEIZ- UND VENTILATIONS-INSPECTOR DER STADT WIEN.

MIT ZWEI TAFELN UND MEHREREN FIGUREN.

WIEN. PEST. LEIPZIG.

A. HARTLEBEN'S VERLAG

1892.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

DAS RECHT DER ÜBERSETZUNG IN FREMDE SPRACHEN BLEIBT VORBEHALTEN.

DRUCK VON R. SPIES & Co. IN WIEN.

DEM HERRN

BAUDIRECTOR DER STADT WIEN

FRANZ BERGER

K. K. OBERBAURATH

IN DANKBARER VEREHRUNG

GEWIDMET.

VORWORT.

„Gesunde Luft“, „Ventilation“, um dieselbe zu schaffen, das sind Schlagworte, die in dem hygienischen Zeitalter, zu dessen Beginn wir leben, oft zu hören sind. Leider sind dies aber nur zu häufig leere Worte, mit denen nicht selten ein wenig deutlicher Sinn verbunden ist. Darum kommt der Fachmann, der sein Leben der Verwirklichung dieser und ähnlicher gesundheitlicher Forderungen weiht, im Verkehr mit in jeder anderen Hinsicht Hochgebildeten gar oft in die peinliche Lage, erst die Urbegriffe entwickeln und begründen, manche irrthümliche Anschauung berichtigen und Klarheit in den mit verschiedener Bedeutung angewendeten Bezeichnungen schaffen zu müssen, ehe derselbe sich mit dem eigentlichen Kerne der besonderen Angelegenheit beschäftigen kann.

Jeder Fachgenosse wird dies aus seiner eigenen Erfahrung bestätigen können und mir auch darin Recht geben, daß es kaum mehr eine Heizfrage im engeren Sinne des Wortes giebt, daß es nämlich auf meist mehrfache Art möglich ist, einen beliebigen Raum oder deren mehrere oder viele in gesundheitsmäßiger und angenehmer Weise zu er-

wärmen, insolange keine oder nur eine mäßige Lufterneuerung verlangt wird.

Soll aber nicht blos geheizt, sondern auch ein ausgiebiger Luftwechsel eingeleitet werden, was bei Schulen, Spitälern, Kirchen und allen anderen Räumlichkeiten, in denen sich viele Menschen längere Zeit oder dauernd aufhalten, nothwendig ist, so wird die Aufgabe eine schwierigere, in manchen Fällen und mit Rücksicht auf die vernünftiger Weise zu verlangenden oder zu gewährenden Mittel eine überhaupt nicht vollkommen zu lösende; man muss sich dann mit dem möglichst Guten begnügen, weil der Erreichung des Besten unüberwindbare Hindernisse entgegenstehen. So wäre es z. B. wohl der Gesundheit am gemäßesten, in einem vollbesetzten Schulzimmer die reine Luft jedem einzelnen Schulkinde in Kopfhöhe zuzuführen, um die junge Lunge vor der Aufnahme irgend welcher fremder Ausathmung und Ausdünstung zu bewahren; der Gedanke ist aber leider zu schön, um verwirklicht werden zu können. Und ebenso steht es mit manch' anderen hochgespannten Wünschen der Hygieniker, die gleich Pegasus „den Blick den Wolken zugekehrt und ungewohnt, den Grund mit festem Huf zu schlagen"; der Gesundheits-Ingenieur kann nicht alle Wünsche erfüllen.

Was aber ohne große Schwierigkeit erreichbar ist, das soll angestrebt werden; dies gilt z. B. von dem eigentlich selbstverständlichen und doch bisher nie in bestimmter Form aufgestellten und nicht genügend beachteten Grundsatze: „Die Lufterneuerung soll möglichst unabhängig von der Bedienung, also selbstthätig stattfinden". Was frommt denn eine vorzügliche Lüftungseinrichtung, wenn der Luftwechsel vom Heizer oder sonst wem abgestellt werden kann, was bei einer großen Reihe von Anlagen leicht möglich?

Auf welche Art und durch welche Mittel dieser gewiß berechtigten Forderung nebst jeder sonst zu stellenden Genüge gethan werden kann, ist in der eingehenden und durch Zeichnungen unterstützten Beschreibung der Niederdruckdampf-Luftheizung gezeigt, einer Heizart, welche meines Wissens für Schulhäuser und in größerem Umfange zuerst in der österreichischen Hauptstadt angewendet wurde und welche die derzeit geeignetste Heiz- und Lüftungs-Einrichtung für Schulen und ähnliche Anstalten bietet.

Es finden sich im Folgenden Kesselformen dargestellt, welche von denjenigen, die bei den schon seit länger bekannten Niederdruckdampf-Heizungen üblich sind, zum Theile wesentlich abweichen; dann Zugregelungs-Vorrichtungen und Wärme-Abgeber neuer Art, welchen ebenso, wie der Anordnung der Gesammtanlage die Heiztechniker Aufmerksamkeit schenken werden. Die Angaben über die Kosten verschiedener neuer Heizanlagen in Schulen geben eine brauchbare Grundlage zu ersten Veranschlagungen ähnlicher Einrichtungen.

Der Anhang giebt einige Rathschläge, welche der durch die Ausführung von Anlagen bereicherten Erfahrung entstammen und Manchem willkommen sein dürften, der sich nach den durch keinerlei Geschäftsinteressen beeinflußten Angaben eines unabhängigen Fachmannes sehnt; endlich etliche Zusammenstellungen von Daten, die von Demjenigen, der sich nur gelegentlich mit Fragen der Heizung und Lüftung zu beschäftigen hat, erst mit Mühe aus mancherlei Fachwerken herausgesucht werden müssten.

Merkwürdigerweise ist die deutsche Heiz- und Lüftungs-Technik, die in der sachgemäßen Anlage und vielfach auch in der Ausführung jene der anderen Culturvölker überragt in neuerer Zeit ungemein sparsam mit Veröffentlichung ihrer

Errungenschaften. Das war ein Mitgrund, dieses Büchlein, welches aus einem in der Vollversammlung des Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereines zu Wien am 7. November 1891 gehaltenen Vortrage entstanden ist, hinaus in's Weite wandern zu lassen; es ist nicht angethan mit dem schweren Rüstzeuge mathematisch begründeter Theorien, kämpft vielmehr mit leichten Waffen für eine gute Sache; es wendet sich aber nicht nur an Architekten und Ingenieure, sondern auch an die Aerzte und Schulmänner, an alle Jene, denen die körperliche Wohlfahrt der Schuljugend am Herzen liegt. Und bei wem wäre dies nicht der Fall?

Schrieb's zu Wien am Neujahrstage 1892

Beraneck.

Die Leistungen des Heiztechnikers werden in der Oeffentlichkeit selten gewürdigt; dafür aber desto mehr getadelt. Wer lobt eine Heiz- und Lüftungs-Anlage, die wirklich gelungen ist? Wer denkt daran, daß eine ernste und eifrige Ingenieurthätigkeit, ein oft großer Aufwand von Geldmitteln nöthig, um für eine von vielen Menschen besuchte Räumlichkeit eine angenehme Erwärmung, eine entsprechende Lufterneuerung zu schaffen? Wer vergisst nicht gelegentlich, daß die vorzüglichste Einrichtung bei unvernünftiger Bedienung klägliche Erfolge aufweist und aufweisen muß? Die gute Anlage hat ein ähnliches Schicksal, wie nach dem Sprichworte die gute Hausfrau; sie fällt nicht auf; man spricht nicht von ihr. Die Fehler hingegen werden gleich bemerkt und laut gerügt.

Die zu niedrige, oder was häufiger vorkommt, die zu hohe Temperatur wird sofort als peinliche Störung des Wohlbefindens gefühlt und beklagt; noch mehr aber der berüchtigte und gefürchtete Zug, für welchen viele Personen, namentlich aber Damen geheimnisvolle Wahrnehmungsorgane zu besitzen scheinen, deren Empfindlichkeit die der feinsten Meßinstrumente weit übertrifft. Die Ventilation oder Lufterneuerung — beide Worte haben nahezu denselben Sinn — kann selbstverständlich nicht ohne leise Bewegung der Luft erreicht werden. Bei guten Anlagen ist aber die Geschwindigkeit hiebei eine recht geringe und bei Weitem kleinere als jene relative Luftgeschwindigkeit, die sich beim Gehen an einem windstillen Tage ergiebt. Bei einem Spaziergange

wird 1 *km* bequem in 12 Minuten zurückgelegt; das giebt eine secundliche Geschwindigkeit von etwa 1·4 *m*. Wehe aber dem Lüftungstechniker, der sich einfallen lassen würde, in einen Raum Luft mit derartiger Geschwindigkeit, wenn auch von genau demselben Wärmegrad, der im Saale herrscht, einzutreiben oder abzuführen; der Mann würde wegen Gemeingefährlichkeit gesteinigt oder doch in eine Irrenanstalt gebracht werden. Das Spazierengehen erscheint aber auch den zugempfindlichsten Personen nicht als Gesundheits-Schädigung; auch nicht das Fahren im offenen Wagen, wo die Geschwindigkeit doppelt so groß ist, als beim Gehen.

In Bezug auf die bei Ventilations-Einrichtungen vorkommenden Luftbewegungen herrschen in vielen Kreisen, insbesonders hierzulande, unbezwingliche Vorurtheile, sowie eine viel zu weit gehende Verweichlichung.

Aehnlich ergeht es dem Heiztechniker in vielen anderen Fragen seines Faches, wo er sogar bei Männern, die auf der vollen Höhe der allgemeinen Bildung stehen, nur zu häufig eingewurzelte irrige Anschauungen und wenig Verständnis findet.

Wenn ich nun im Folgenden mich vornehmlich mit der Heizung und Lüftung von Schulhäusern beschäftige, so geschieht es, weil dies einerseits eine dem Heiztechniker häufig vorkommende Aufgabe ist, und weil andererseits das Schulzimmer einen Musterfall eines von einer größeren Anzahl von Menschen durch längere Zeit besetzten, beschränkten Raumes bietet. Gerade bei solchen Räumen ist die Ventilation von besonderer Wichtigkeit.

Die idealen Anforderungen, die nach den Lehren der Gesundheitspflege betreffs der Heizung und Lüftung von Schulräumen zu stellen sind, lassen sich in den folgenden fünf Hauptsätzen zusammenfassen, von welchen sich die beiden ersteren vornehmlich auf die Heizung, die folgenden auf die ungleich wichtigere und schwierigere Lufterneuerung beziehen.

1. An allen benützten Stellen der zu beheizenden Räume soll ein, innerhalb enger Grenzen bestimmter Wärmegrad gleichmäßig erreicht und während der Unterrichtszeit erhalten werden.

2. Die Beschaffenheit der Luft darf durch die Heizeinrichtung nicht verschlechtert werden.

3. Während der Dauer des Unterrichtes muß die Luft an allen benützten Stellen in ausgiebiger Weise erneuert werden.

4. Die Lufterneuerung darf nicht belästigend oder gar gesundheitsschädigend wirken.

5. Dieselbe soll möglichst unabhängig von der Bedienung stattfinden.

Die einzelnen Punkte bedürfen zum Theil einer Begründung und Erörterung.

Was den ersten betrifft, so ist für Lehrzimmer die wünschenswerthe Temperatur etwa 18° C, auf welche Skale sich auch alle folgenden Angaben beziehen. Es ist in einem nicht besetzten Lehrzimmer nicht schwierig, gerade diesen Wärmegrad zu erzielen und dauernd zu erhalten. Sobald jedoch das Zimmer benützt wird, treten eine Reihe vom Umständen ein, die die Gleichmäßigkeit der Temperatur dem Orte und der Zeit nach stören, und die auch ein umsichtiger Heizer nicht vorhersehen kann.

Die Anzahl der Schulkinder, das mehr oder minder häufige Oeffnen und Offenlassen der Thüren, das Anzünden der Gasflammen, spielen in hier nicht berechenbarer Weise mit.

Uebertemperaturen kommen im Allgemeinen häufiger vor und sind für das Wohlbefinden schädlicher, als zu geringe Wärmegrade. Es muß daher ein Spielraum festgestellt werden, dessen Grenzen nicht gar weit gesteckt werden dürfen. Einen solchen geben z. B. die für die Schulen der Stadt Wien giltigen, durch einen Erlass des löbl. Bezirksschulrathes auch für die Lehrerschaft verbindlichen „Vorschriften für den Heiz- und Lüftungs-Betrieb“, indem selbe bestimmen, dass die Temperatur zu Beginn der Unterrichtszeit 16° C. betragen und während des Unterrichtes auf höchstens 19° C. steigen soll. Ist das Lehrzimmer vor dem Eintreten der Schulkinder auf 18° C., also richtig erwärmt, so erniedrigt sich bei dem allmäligen Hereinkommen der Schuljugend die Luftwärme durch Eindringen der kühleren

Gangluft um zwei oder mehr Grade. Bald nach Unterrichtsbeginn steigt aber die Luftwärme wieder auf die ursprüngliche Höhe, schon durch die Wärmeabgabe der Mauern.

Für Zeichensäle und Säle für den Unterricht in weiblichen Arbeiten empfehlen sich um 2° C. höhere Temperaturgrenzen, also 18 und 21° C. Für Turnhallen ist die Art des Turnbetriebes ausschlaggebend. Die Wiener Vorschriften bestimmen 15 bis 18° C. als Grenzen, was für Gerätheturnen in kleineren Riegen, bei welchen der Einzelne nur während kurzer Wartepausen zwischen mehr oder minder anstrengenden Uebungen ruhig zu verharren hat, entschieden zu hoch gegriffen ist, aber für die leichten, nicht erhitzenden Uebungen der unteren Volksschulclassen passen mag.

Für das Treppenhaus und die Gänge genügt eine mässige Erwärmung, die etwa gleich dem arithmetischen Mittel aus der Temperatur im Freien und jener der Lehrräume sein soll. Dann ergeben sich zwei gleiche Temperaturstaffeln, einerseits zwischen dem Freien und den Gängen, andererseits zwischen diesen und den Lehrzimmern. Beim Betreten und Verlassen des Schulhauses gelangt man dann allmälich in die wärmere, beziehungsweise kältere Luft, ohne jähe Temperaturunterschiede plötzlich und unvermittelt durchzumachen. Da die Außentemperatur während eines großen Theiles des Winters um 0° C. sich bewegt, erscheint eine Gangtemperatur von 10° C. in der Regel ausreichend. Zu sehr kalten Zeiten kann man sich mit einer Gangwärme von 5° C. begnügen. Diese aus hygienischen Gründen gerechtfertigte Feststellung ermöglicht die Einrichtung einer Gang- und Treppenheizung mit nicht großen Heizflächen, also mit bescheidenen Geldmitteln.

Für die Aborte genügen die gleichen Temperaturen wie in den Gängen. Von ärztlicher Seite wird freilich geltend gemacht, dass Aborte, wegen des Entblößens von Körpertheilen, wärmer sein sollten. Andererseits ist gerade bei gleicher Luftwärme der Gänge und Aborte der Luftaustausch beim Thüröffnen am kleinsten; die Gänge bleiben also thunlichst frei von dem trotz aller Wasserspülung doch nicht gänzlich vermeidbaren Abortgeruch.

Die Forderung nach möglichster Gleichmäßigkeit der Temperatur an allen benützten Stellen des Schulzimmers brauche ich wohl nicht besonders zu begründen. Unter benützten Stellen sind vornehmlich die Sitzplätze der Kinder und jener des Lehrers zu verstehen. Der gewünschte Wärmegrad soll aber auch während der Unterrichtszeit gleichmäßig erhalten werden; daher muß die Wärmeabgabe dem zeitweilig wechselnden Bedürfnisse gemäß geregelt werden können.

Die zweite Forderung, laut welcher die Beschaffenheit der Luft durch die Heizeinrichtung nicht verschlechtert werden darf, schließt in sich, daß die Ausströmung auch der kleinsten Mengen von Rauch oder von Verbrennungsgasen in die zu beheizenden Räume ganz und gar unzulässig ist. Derartige Beimischungen würden eine lästige, oder da es Verbrennungsgase giebt, die geradezu giftig wirken, so Kohlenoxyd, eine gefährliche Verunreinigung verursachen. Noch etwas anderes ist zu beachten. Die Luft im Freien ist niemals rein, noch weniger die in von Menschen besetzten Räumen. Die Sonnenstäubchen, die manches jugendliche Gemüth wie ein Geheimnis entzücken, sind ein sinnfälliger Beweis hierfür.

Nach Lichtenstein's und Ehrenberg's Untersuchungen enthält der Staub der Luft in Städten Ruß, mineralische und vegetabilische Theilchen, den Abrieb von Kleidungsstücken, verschiedentliche Infusorien und Trümmer von deren Panzern; also die mannigfachsten unorganischen und organisirten Bestandtheile. Insbesonders von den letzteren zersetzen sich manche schon bei Temperaturen, die nicht allzuweit ober dem Siedepunkte zu liegen scheinen. Sehr auffällig zeigt sich der hierbei entstehende üble Geruch zu Winteranfang bei dem erstmaligen Wiedereinheizen in einem eisernen Zimmerofen, wenn derselbe nicht vorher sorgfältig von dem während des Sommers sich ansammelnden Staube gereinigt worden ist. Die sich bei dieser Staubversengung ergebenden Destillationsproducte wirken auf die Schleimhäute der Luftwege und des Auges austrocknend und erregend und scheinen zu Krankheiten des Kehlkopfes und Rachens Anlaß zu geben, die fälschlich der sogenannten Trocken-

heit der Luft, also ihrem zu geringen Feuchtigkeitsgehalte zugeschrieben werden.

Allerdings wird durch die Ventilation oder Lufterneuerung der relative Feuchtigkeitsgehalt der Luft im Winter wesentlich vermindert. Dies zeigt eine einfache Rechnung deutlich. Bei 0^0 enthält $1\,m^3$ Luft bei völliger Sättigung, also 100% Feuchtigkeitsgehalt, $5\,g$ Wasser; bei 20^0 jedoch $17\,g$. Wird also solche Luft von 0^0 aus dem Freien entnommen und behufs Ventilation eines Raumes vorgewärmt, so sinkt hierbei ihr relativer Feuchtigkeitsgrad im Verhältnisse von 17 : 5, also auf rund 30%.

Es ist eine noch offene hygienische Frage, welcher Feuchtigkeitsgehalt der Luft der gesundheitsmäßigste ist. Entschieden schädlich ist zu feuchte Luft, da dann an kalten Mauern eine Condensation des Wasserdunstes eintritt, die sich auch an den Fensterscheiben, als Schweiß oder Eisblumen zeigt. Der Techniker findet sich hier in einer mißlichen Lage; er kann leicht eine künstliche Befeuchtung der Luft durch Verdunsten von Wasser einleiten, die aber, um das übrigens noch unbekannte, wünschenswerthe Maß derselben zu treffen, nach dem jeweiligen Feuchtigkeitsgehalt und der Temperatur der Luft im Freien und im Hause geregelt werden müßte; sorgfältig muß er jedoch das Zuviel vermeiden, sonst schafft er künstlich die bekannten Gefahren feuchter Mauern.

Hier muß also vorerst die Hygiene ein bestimmtes Programm geben, ehe der Techniker diese Frage lösen kann.

Anders steht es mit der scheinbaren Lufttrockenheit, welche durch Staubversengung veranlaßt wird. Letztere kann dadurch vermieden werden, daß die Wärmeabgeber so eingerichtet werden, daß ihre Außenflächen stets unter der gefährlichen Temperatur bleiben.

Ich komme nun zu dem dritten Punkte, in welchem eine ausgiebige Lufterneuerung an allen benützten Stellen des Lehrzimmers während der Unterrichtsdauer verlangt ist. Die Nothwendigkeit einer solchen Lufterneuerung erst beweisen zu wollen, wäre überflüssig. Wer je in einem nicht ventilirten Schulraume, einer Caserne oder einer Kirche war,

der kennt die durch die Ausathmung und Hautausdünstung der Insassen trotz des Luftwechsels durch die Mauerporen bald entstehende Luftverderbnis zur Genüge. Gasanalysen zeigen in einem solchen Raume das rasche Anwachsen des Kohlensäuregehaltes, der nach v. Pettenkofer als ein, freilich nicht durchaus verläßlicher Maßstab für die durch die quantitative Analyse noch immer kaum messbaren Mengen der eigentlich schädlichen Verunreinigungen organischer Art gilt. Dr. Klinger fand z. B. in einer Stuttgarter Schule ohne Ventilation $7{\cdot}62‰$ CO_2, während Pettenkofer die zulässige Höhe mit $1‰$, dem Volumen nach, also mit höchstens 1 Liter CO_2 auf $1\,m^3$ Luft feststellt.

Was ist nun unter ausgiebiger Lufterneuerung zuverstehen? Sachgemäß ist es, die Menge der zuzuführenden reinen Luft nach der Schülerzahl und dem auf einen Schüler entfallenden Raumantheil zu bemessen, da ja jeder einzelne Schüler eine Hauptquelle der Luftverunreinigung ist, und da das Bedürfnis nach Erneuerung der Luft in schwächer besetzten Räumen geringer ist. Freilich verursachen auch die zur künstlichen Beleuchtung erforderlichen Flammen eine Luftverschlechterung, insbesondere wenn nicht für eine gute Abfuhr der Verbrennungsgase gesorgt ist; wenn aber dies der Fall, so braucht die Luftverunreinigung durch die Beleuchtung nicht besonders in Betracht gezogen zu werden, umsomehr als in einem gut angelegten Lehrzimmer die künstliche Beleuchtung während der üblichen in die Tageszeit fallenden Schulstunden nur recht selten benöthigt werden darf.

Die Größe des Lehrzimmers ist aus verschiedenen Gründen beschränkt; seine Länge soll nicht über $9{\cdot}5m$ betragen, da sonst die Schüler von der Schultafel zu weit entfernt wären, um deutlich hinzusehen.*) Der von den Fenstern entfernteste Schülerplatz soll noch eine genügende natürliche Beleuchtung erhalten, deshalb darf das Schulzimmer nicht über $6{\cdot}5\,m$ tief sein.

---

*) Vergl. Dr. Baginsky, Handbuch der Schulhygiene, laut welchem die äußerste Entfernung, in welcher Tafelschrift noch deutlich gelesen werden kann, nicht ganz $8{\cdot}5\,m$ beträgt. Erismann begrenzt die Länge mit $9\,m$.

Bei übergroßer Höhe leidet die Akustik; man nimmt daher die Höhe mit 4 bis 4·5*m* an. Multipliciert man diese Meistmaße, so ergeben sich 288m^3 als Rauminhalt eines in allen drei Ausdehnungen größten Lehrzimmers. Das ist nun die oberste Grenze. In der Regel baut man aber Lehrzimmer mit 210 bis 230m^3 Luftinhalt.

Der auf einen Schüler entfallende Rauminhalt ist noch von der Schülerzahl abhängig. Wenn nun auch dem Pädagogen und dem Hygieniker eine recht geringe Schüleranzahl sehr willkommen wäre, so sprechen schwerwiegende Geldrücksichten eindringlich dagegen. Je weniger Schüler einem Lehrer zugewiesen sind, desto mehr Lehrer sind anzustellen und zu besolden. Ein Schulzimmer vom früher angedeuteten Rauminhalte von 210 bis 230m^3 bietet für etwa 50—60 Schulkinder Platz. Eine derartige Besetzung gilt noch als angemessen. Demnach ergiebt sich der auf einen Schüler entfallende Raumantheil mit 3·5 bis 4·5 m^3.

Ueber die nöthige Menge der zuzuführenden reinen Luft schwanken noch die Anschauungen; am bekanntesten sind die Angaben Morin's, die in vielen Büchern über Schulgesundheitspflege oder Heiztechnik abgedruckt sind. Morin verlangt eine Lufterneuerung von 15—20 m^3 für jeden Schüler, was ich auf Grund vieler Erfahrungen als hoch gegriffen erachte. Thatsächlich findet sich ein so grosser Luftwechsel nur in recht seltenen Fällen im Betriebe vor und wird dann als übermäßig beklagt und abzustellen versucht. Bei einer Lufterneuerung von etwa 10 m^3 per Kopf zeigt sich, die obigen Raumverhältnisse vorausgesetzt, die Luft dem Geruchsinn als genügend rein.

Da bei der Projectirung einer Lüftungsanlage die Anzahl der Schulkinder dem Ingenieur häufig nicht bekannt ist, dieselbe aber in einem ziemlich festen Verhältnisse zu dem Rauminhalte steht, ist es üblicher, die Grösse der Lufterneuerung als Vielfaches des Luftinhaltes des betreffenden Raumes anzugeben. Ein Lehrzimmer, welches nicht stärker besetzt ist als vorher gesagt, kann als ausreichend ventilirt betrachtet werden, wenn der stündliche Luftwechsel etwa 2·5mal so gross als der Rauminhalt ist.

Die Luft soll an allen benützten Stellen erneuert werden; es dürfen keine todten Ecken oder Schichten vorhanden bleiben, in denen die Luft ruhig verharren und sich mit Unreinigkeiten mehr und mehr schwängern kann. Um dies bei dem für Schulen üblichen, weil billigsten System der Ventilation — das ist jenem, welches aus dem natürlichen Auftriebe der gegenüber der Außenluft warmen Abluft in nach aufwärts über Dach oder in den Dachraum führenden senkrechten Schläuchen beruht — zu erreichen, erhält jeder Raum seinen besonderen A b l u f t s c h l a u c h, welcher an seinem unteren Ende, also unmittelbar ober dem Fussboden eine Mündung, ausserdem zumeist eine zweite Mündung nächst der Decke hat. Letztere braucht während des Winters nur dann geöffnet zu werden, wenn eine Ueberhitzung des Raumes eingetreten ist. Durch dieselbe entweichen sodann die obersten, also wärmsten Luftschichten. Bei normalem Ventilationsbetriebe bleibt im Winter diese Oeffnung geschlossen; durch die untere Mündung sollen die unteren, abgekühlten und mit Verunreinigungen geschwängerten Luftschichten in den Abluftschlauch abgesogen werden.

In einem richtig ventilirten, beheizten, jedoch unbesetzten Raum lassen sich die Luftbewegungen, z. B. durch Cigarrettenrauch, ziemlich deutlich beobachten. Der Rauch steigt zunächst aufwärts, breitet sich in einer nahezu wagrechten Schichte aus, die gegen die kalten Fenster hin ein Gefälle zeigt; er sinkt dann sich dort abkühlend und zieht, immer mehr verdünnt, gegen die untere Mündung des Abluftschlauches, um in denselben zu entweichen.

Wichtig ist die Lage des Abluftschlauches im Vergleiche zu der Stelle, wo die Zuluft, will sagen die zugeführte reine Luft eintritt. So sonderbar es für's Erste erscheinen mag, so ist doch die Anordnung des Abluftschlauches in geringem wagrechten Abstande von der Zulufteinströmung am zweckmäßigsten, denn dann ergiebt sich an allen Stellen der Räumlichkeit ein möglichst gleichmäßiger Luftwechsel; die todten Winkel werden thunlichst vermieden.

Ist hingegen der Abluftschlauch entfernt von der Einströmungsstelle der Zuluft, z. B. an entgegengesetzten Ecken,

so erfolgt die Luftbewegung nicht mehr in wagrechten, sich senkenden Schichten; der Weg, den die Luft nimmt, ist dann im Allgemeinen in seiner horizontalen Projection durch die Verbindungslinie zwischen Zuluft- und Abluftschlauch vorgezeichnet. Es bleiben in den beiden anderen Ecken des Zimmers Winkel, in denen keine Lufterneuerung stattfindet. Eine solche Anordnung giebt meist zu nicht unberechtigten Klagen Anlass. Keinesfalls ist bei Abluftschläuchen, welche nächst dem Zuluftschlauche sich befinden, zu befürchten, daß die in einer geringsten Höhe von 2 oder besser $2{\cdot}2\,m$ ober dem Fußboden eingelassene vorgewärmte Zuluft auf einem kurzen Wege zur Abluftmündung gelangt. Das verhindert eben die verschiedene Höhenanlage der beiden Oeffnungen.

Die nächst der Decke befindliche Oeffnung des Abluftschlauches soll nach weit verbreiteten Anschauungen in den Jahreszeiten, in denen nicht geheizt wird, zum Abzuge der verdorbenen Luft dienen. Da aber der Temperaturüberschuß der Lehrzimmerluft gegenüber der Außenluft außer der Heizperiode ein geringer ist, oder gar einen negativen Werth besitzt, so fehlt der Auftrieb; es findet daher kein regelmäßiger Luftwechsel statt.

Eine ausgiebige Sommerventilation ist auf diese Art nicht zu erreichen, wohl aber durch Anwendung irgend einer treibenden Kraft, die übrigens nur gering zu sein braucht. In manchen Schulen werden zu diesem Zwecke Flügelventilatoren, mittelst eines Gasmotors bewegt, oder injectorartig wirkende Wasserstrahlen verwendet; zumeist scheut man die nicht unerheblichen Betriebskosten und begnügt sich mit dem Lüften durch Oeffnen der Fenster, dessen Einfluß jedoch meist überschätzt wird. Namentlich bei geringem Wärmeunterschiede zwischen innen und außen und gleichzeitiger Windstille findet fast gar kein Luftaustausch durch die offenen Fenster statt. Uebrigens können während des Unterrichtes auch im Sommer aus mancherlei Ursachen (Straßenlärm u. dgl.) die Fenster nicht offen bleiben; Einrichtungen behufs reichlicher Lufterneuerung in den Jahreszeiten, in welchen nicht geheizt wird, wären daher für jedes

Schulhaus nothwendig. Wandel dürfte in der Frage der Sommerventilation durch centrale Druckluftanlagen geschaffen werden; da durch die Wärmebindung beim Ausströmen der Druckluft zugleich eine Abkühlung der Zuluft geschaffen wird, dürfte die Druckluft auch in dieser Beziehung eine reiche Verwendung finden.

Nach dieser Einschaltung wende ich mich zu dem vierten Satze: „Die Lufterneuerung darf nicht belästigend oder gar gesundheitsschädigend wirken“. Das klingt recht selbstverständlich, und doch giebt es unglaublich viele Lüftungseinrichtungen, die gegen diesen Punkt verstoßen. Gestatten Sie mir, dass ich nochmals abschweife und Sie aus dem Schulhause in ein feines Restaurant oder Café führe. Was finden Sie dort für eine Ventilationseinrichtung? Gewöhnlich ist blos für eine Luftabfuhr vorgesorgt; ein oder mehrere überzählige Rauchfänge dienen hiezu, erhalten nächst der Decke eine Oeffnung mit einem sonderbar aussehenden Verschlusstück, häufig einem Windrade aus Blech; drinnen im Schlauche brennt eine Gasflamme, um eine lebhaftere Luftbewegung durch die Erwärmung der Luft des Schlauches zu erregen. Das Windrädchen dreht sich und zeigt dem Besucher, wie lebhaft die Ventilation wirkt; das ist auch der einzige Zweck seines Daseins; die Gasflamme leuchtet hell dazu; ein minder auffälliger Bunsenbrenner würde freilich besser wärmen, also wirksamer sein, als die leuchtende Flamme. Letztere macht sich aber bemerklicher.

Der gastliche Raum bleibt ziemlich rauchfrei; die Ventilation lässt also nichts zn wünschen übrig. Oder doch? Nun ja, nächst den Fenstern ist es weniger gemüthlich, denn durch deren Fugen kommt ein kalter, unangenehmer Luftzug herein. Die Plätze nächst den Fenstern, sonst so geschätzt, werden daher an kalten Tagen weniger geliebt. Bei dem Oeffnen der Eingangsthür dringt trotz des stattlichen Windfanges regelmäßig eine große Menge kalter Luft ein, die recht peinlich auf die Füsse der näher Sitzenden wirkt. Die Besucher meiden womöglich diese Plätze.

Alle diese Erscheinungen sind sehr klar. Gerade wenn der Abluftschlauch wirksam ist, also erheblichere Luft-

mengen aus dem Raume hinausschafft, muß ja durch die Fugen der Fenster, durch die Poren der Mauern, beim Oeffnen der Thür Luft hereindringen, da sonst eine Luftverdünnung im Zimmer einträte.

Wenn ein Zuluftschlauch hergestellt würde, welcher Luft aus dem Freien zum Heizapparat bringt, die dort vorgewärmt wird, wäre mit meist mäßigen Auslagen allen Uebelständen abgeholfen. In hundert Fällen gegen einen begnügt man sich mit dem Torso einer halben Ventilationseinrichtung.

Nun findet sich aber auch noch etwas anderes, nämlich die in mannigfachen Formen ausgeführten „Fensterventilationen“; meist an Stelle oberer Scheiben. Es giebt Lüftungsflügel mit sinnreichen Spreizvorrichtungen, Jalousien aus Glas, Windrädchen, Spiegelscheiben mit verschließbaren Ausschnitten und dergleichen. Alle diese Vorrichtungen sind nichts viel besseres als Oeffnungen, die unmittelbar in's Freie führen. Würde durch dieselben blos Luft abziehen, so wäre dies gut und nützlich. Unglücklicherweise dringt fast immer auch Außenluft durch dieselben herein in den beheizten Saal, ganz gewiß aber, wenn ein gut wirkender Abluftschlauch vorhanden und für die Zuluft kein Weg geschaffen ist. Die kalte Luft sinkt dann, da sie schwerer ist, herab und wirkt wie ein kaltes Sturzbad. Im Winter sind also diese Fensterventilationen gesundheitsschädigend; während der besseren Jahreszeit sind selbe aber überflüssig, weil durch die Fenster der üblichen Constructionen gerade dasselbe zu erzielen ist. Schlagen z. B. die äußeren Fenster nach außen auf, so wird durch Oeffnen der unteren äußeren und der oberen inneren Flügel ein Luftweg geschaffen, der einen größeren Querschnitt besitzt, als die Fensterventilation ihn bietet. Die unteren inneren und oberen äußeren Flügel bleiben geschlossen. Der Weg ist hiebei ein gebrochener, was das Eindringen des Staubes und Lärmes einschränkt. Auch bei nach innen aufschlagenden Fenstern ist eine ähnliche, für den Sommer passende Anordnung möglich.

Nun ist aber erstens Niemand gezwungen, ein Wirthsgeschäft zu besuchen, in dem die früher geschilderten In-

stallationen zur raschen und sicheren Erlangung von Rheumatismen bestehen und zweitens kann er sich auch in einem solchen Geschäfte den luftruhigsten Platz nach seinem Belieben auswählen. Anders ist es aber in der Schule, in die das Kind gehen und in der es stundenlang auf dem ihm angewiesenen Platze ruhig sitzen bleiben muss.

In den meisten Lehrzimmern Oesterreichs finden sich nun derartige Fensterventilationen, und das hat seinen guten Grund. Der noch immer in Kraft befindliche Erlass des hohen k. k. Ministeriums für Cultus und Unterricht vom 9. Juni 1873, Z. 4816, über die Einrichtung der Schulhäuser schreibt im § 10 dieselben vor. Nun, diese Verordnung ist 18 Jahre alt; es begreift sich also, dass einzelne Bestimmungen derselben veraltet sind. Merkwürdig muthet es aber an, dass ein in anderer Hinsicht ausgezeichnetes und jedenfalls sehr gründlich gearbeitetes Gutachten des k. k. obersten Sanitätsrathes aus der neuesten Zeit wieder dasselbe verlangt. Dieses Gutachten liegt mir als Beilage zu Nr. 14 der Zeitschrift für österreichisches Sanitätswesen (Jahrgang 1891) vor.

§ 14 lautet auszugsweise:

„Zur Lufterneuerung in den Schulen dienen zunächst die Fenster und Thüren. Da das Oeffnen derselben innerhalb der Unterrichtszeit nur mit wesentlichen Einschränkungen zulässig ist, ist zum Zwecke der Lüftung während des Unterrichtes (besonders während der Nichtheizperiode) folgende Einrichtung zu treffen: Die obersten Fensterscheiben sind in um horizontale entgegengesetzte Achsen drehbare Klappflügel einzusetzen (beim äusseren Fenster um die obere, beim inneren um die untere Achse drehbar). . . . . Am inneren Klappflügel sind beiderseits Blenden aus Blech anzubringen, so daß die kalte Luft nicht sofort nach unten fallen kann.“

Wird nun diese zuletzt erwähnte Blende irgend etwas Wesentliches nützen? Recht wenig, denn um die dem Zimmer zugekehrte Kante derselben fällt denn doch im Winter die kalte Luft herab und kommt nur um wenig durch Mischung mit der Zimmerluft erwärmt auf die Köpfe der Kinder. Kann man es einem Lehrer übelnehmen, wenn er gestützt auf den Ausspruch einer aus den erlesensten medicinischen Autori-

täten gebildeten Körperschaft diese Klappflügel nicht blos in der Nichtheizperiode, sondern auch im Winter und sogar bei einer Außentemperatur von —10 oder —20° öffnet und hierdurch unwissentlich die Gesundheit der Schulkinder in einer Weise bedroht, die verdienen würde, strafrechtlich geahndet zu werden?

Eine sachgemäße Lufterneuerung ist also nur durch Zufuhr entsprechend vorgewärmter Aussenluft möglich. An den benützten Stellen des Schulzimmers darf die neue Luft nur mit einer Temperatur gelangen, die nicht sehr wesentlich von jener im Raume abweicht; namentlich nicht nach unten hin; denn kühlere Luft erregt die Zugempfindung viel mehr, als wärmere.

Der fünfte und letzte, aber keineswegs unwichtigste der aufgestellten Sätze fordert eine solche Art der Lufterneuerung, deren Wirksamkeit möglichst unabhängig von der Bedienung ist. Diese Forderung ist deshalb von besonderer Wichtigkeit, weil die vorzüglichste Lüftungsanlage ohne Werth ist, wenn die Lüftung durch den Lehrer oder den Heizer unterdrückt werden kann. Dies geschieht nur zu oft, sei es aus mangelndem hygienischen Verständnisse oder aus Absicht. Der Heizer, dem ja in der Regel auch die Handhabung der Lüftungseinrichtungen obliegt, hat nämlich einen mächtigen Beweggrund, der ihn zum natürlichen Gegner der Ventilation macht, und dieser ist die Scheu vor der Mehrarbeit, die unvermeidlich dadurch sich ergiebt; denn die Vorwärmung der Zuluft kostet Brennstoff, und dieser muß vom Heizer zur Feuerstelle gefördert und dort verfeuert werden. Ein jeder halbwegs kluge Heizer weiß recht gut, wie viel Arbeit für ihn zu ersparen ist, wenn er die Lufterneuerung schmälert oder unterdrückt.

Ein Rechnungsbeispiel, das ich der Praxis entnommen und in der üblichen Weise durchgeführt habe, zeigt dies deutlich, nämlich die einfache Berechnung des stündlichen Wärmeerfordernisses zur Beheizung und Ventilirung eines Raumes, eine Rechnung, welche die Grundlage jedes Heizprojectes bilden muß.

Ich wähle ein in einem mittleren Geschoße zwischen anderen beheizten Räumen liegendes Lehrzimmer von mittlerem

Maße, z. B. 9·0 *m* lang, 6·0 *m* breit und 4·0 *m* hoch und denke mir, um einen bestimmten Fall vor Augen zu haben, dasselbe sei mit einem Lüftungsofen versehen, bei welchem die Aussenluft unten in den Zwischenraum zwischen Ofen und dessen Mantel geführt werden kann. Die Anheizung möge hierbei mit Ausschluß der Luftzuführung vorgenommen werden können.

In diesem leicht zu erheizenden Zimmer, welches oben und unten, links und rechts, von Lehrzimmern, also gleichfalls beheizten Räumen begrenzt ist, bleiben nur zwei wesentliche Abkühlungsflächen, die Außenmauer mit den Fenstern und die Mittelmauer mit der Eingangsthür. Der Wärmedurchgang durch die Scheidemauern, die Decken oben und unten, kann bei den Rechnungen der Praxis immerhin vernachläßigt werden. Durch Theorie und Versuche sind jene Wärmemengen festgestellt worden, welche in einer Stunde durch die Flächeneinheit gleich 1 m^2 irgend eines Baustoffes, zum Beispiel einer Backsteinmauer von bestimmter Dicke, transmittiren oder durchfließen, wenn der Wärmeunterschied zwischen den durch die Mauer getrennten Luftschichten 1^0 beträgt. Je größer die Wandstärke der Mauer, desto geringer ist begreiflicherweise der Transmissions-Coëfficient. Bei Berechnungen wird die niedrigste vorkommende Außentemperatur, das ist in Wien -20^0, angenommen. Der Temperaturunterschied zwischen außen und innen beträgt sonach $+ 18 - (- 20) = 38^0$. Der Transmissions-Coëfficient ist daher mit 38 zu multipliciren, um die für $1 m^2$ der Mauer entstehende Abkühlung zu erhalten. Für die Hauptmauer, deren Fläche 36 m^2 ist, beträgt also die stündliche Abkühlung $36 m^2 \times 38^0 \times 0{\cdot}75 = 1026$ Wärmeeinheiten (WE), deren jede 1 *kg* Wasser um 1^0 C. zu erwärmen vermag.

Die gesammte stündliche Abkühlung des Lehrzimmers beträgt, wie die weitere Durchführung der Rechnung, welche übrigens gemeinhin mit dem Rechenschieber erfolgt, zeigt 2743 *WE.* Eine derartige Wärmemenge muß bei der niedrigsten Außentemperatur stündlich von dem Ofen abgegeben werden, wenn das Zimmer bereits erwärmt ist, und dauernd bei gleicher Temperatur erhalten bleiben soll. Zum

Aufheizen eines kalten Zimmers ist natürlich eine größere Wärmemenge erforderlich.

Bezeichnung des Raumes		Abkühlungs-Flächen						Abkühlung
Thürnummer	Widmung	Art	Wandstärke	Grösse	Trans-missions-Coëfficient	Temperatur-Unterschied		
			cm	m^2	*WE*	0 *C*		*WE*
1	Lehrzimmer	Hauptmauer	75	36	0·75	38		1026
		Mittelmauer	60	36	0·9	13		421
		Thür	—	4	3·0	13		156
		3 Fenster	—	12	2·5	38		1140
		Zusammen.	—	—	—	—		2743

Nun erzeugt nach v. Pettenkofer und Voit jedes Kind durch den Stoffwechsel in der Stunde etwa 50 *WE.* Ist das Zimmer von 50 Kindern besetzt, so erzeugen diese stündlich zusammen 2500 *WE,* also fast das ganze durch die Abkühlung verloren gehende Wärmeerfordernis. Für dieses, allerdings günstig gelegene Lehrzimmer wäre, auch an dem kältesten Tage, nur ein Aufheizen, nicht aber ein weiteres Heizen während des Unterrichtes nöthig, wenn keine Lufterneuerung stattfinden würde.

Eine 2·5 fache stündliche Lufterneuerung erfordert die Erwärmung von $216 \times 2{\cdot}5 = 540\ m^3$ Luft von — 20 auf 18^0, also um 38^0, und da zur Erwärmung eines m^3 Luft um 1^0 0·31 *WE* nothwendig sind, $540 \times 38 \times 0{\cdot}31 = 6361$ *WE.* Im ventilirten Zimmer beträgt daher der Wärmebedarf $2743 + 6361 = 9104$ *WE*; das Wärmeerfordernis wegen Abkühlung ist also kaum $^1/_3$ des Gesammt-Wärmebedarfes. Führt man dieselbe Rechnung für die Außentemperatur von 0^0 durch, so findet man als stündliche Abkühlung 1381 *WE*, während die Vorwärmung der Zuluft 3013 *WE* braucht. Die durch den Stoffwechsel der Kinder erzeugte Wärme ist dann fast doppelt so groß, als die Abkühlung. Wird hiebei die Ventilation

unterdrückt, so steigert sich die Zimmerwärme einzig und allein durch die Wärmeerzeugung seitens der Kinder auf eine gänzlich unzulässige Höhe. Noch ärger wird der Zustand beim Brennen von Gasflammen, da durch dieselben bei den in Schulzimmern üblichen Anordnungen stündlich 4000 — 8000 *WE* entwickelt werden.

Aus alledem ist leicht zu ersehen, um wie wesentlich mehr Brennstoff in einem gut ventilirten Lehrzimmer, als in einem Zimmer ohne Lufterneuerung gebraucht wird. Bei einem, starker Abkühlung ausgesetzten Lehrzimmer, z. B. einem Eckraume im obersten Geschoße, beträgt, da hier zwei Außenmauern vorhanden und die Abkühlung durch die Decke in Betracht gezogen werden muß, die stündliche Abkühlung allerdings mehr, etwa bis 5000 *WE*. Ein anderer Grund, der die selbstthätige Wirksamkeit der Ventilation sehr nöthig macht, liegt in der Schwierigkeit der Controle.

Nicht entsprechende, namentlich aber zu niedrige Innentemperaturen werden von der Lehrkraft bald bemerkt und gerügt; der Heizdienst wird also von den Insassen des Schulhauses selbst controlirt. Ueberdieß ist ein einfaches und verläßliches Instrument, das Thermometer, vorhanden, um die sinnlichen Wahrnehmungen zu berichtigen. Ganz anders ist es bezüglich der Ventilation. Der Geruchssinn zeigt wohl beim Eintreten in einen besetzten Raum die Luftbeschaffenheit; man gewöhnt sich aber beim längeren Aufenthalte so sehr an die Ausdünstungen, daß das Verringern oder gänzliche Unterdrücken der Ventilation durch denselben nicht erkannt wird. Zur Messung der Geschwindigkeit der ab- und zuströmenden Luft dient bekanntlich ein kostspieliges und heikles Instrument, das Anemometer, dessen Handhabung außerdem gewisse Vorsichten erheischt. Die Größe der Lufterneuerung ergiebt sich erst durch Rechnung, als Product des Querschnittes, in welchem die Messung stattfindet, und der Geschwindigkeit.

Es ist dem von seiner eigentlichen Berufspflicht, dem Erziehen und Unterrichten, vollauf in Anspruch genommenen Lehrer durchaus nicht zuzumuthen, daß er derartige mit Zeitaufwand und Mühe verbundene Messungen vornimmt. Der Heizer kann und wird also durch den Lehrer in Bezug auf

die Größe der Lufterneuerung so gut wie gar nicht controlirt. Soll daher eine Ventilation thatsächlich wirksam sein, so muß selbe so angelegt sein, das sie selbstthätig stattfindet und von der Bedienung unabhängig ist. Ist dies nicht der Fall, so ist das für die sonst beste Lüftungsanlage aufgewendete Geld eine überflüßige, nutzlose Ausgabe. Der Luftwechsel wird dann nur während der Heizproben ein ausgiebiger sein, bei welchen die Güte der Anlage durch Fachmänner einer Prüfung unterzogen wird. Bei dem normalen Betriebe wird aber der Heizer sich bestreben, die Lüftung einzuschränken oder ganz zu unterdrücken. Er müsste durch eine unaufhörliche Controle hievon abgehalten werden; zu derselben fehlen aber dem Schulmanne die Zeit und die Mittel; es wäre also nothwendig, fachlich gebildete Aufsichtskräfte zur Ueberwachung der Heizer aufzustellen, denen aber, wenn sie wirksam eingreifen sollen, nur eine geringe Anzahl Schulen zugewiesen werden dürfte. Für die Stadt Wien z. B., die jetzt 290 städtische Schulen besitzt, würden die Kosten einer solchen Aufsicht ganz unverhältnismäßig groß sein. Deswegen bleibt hier, wie anderwärts, der Heizer ohne eine ernst zu nehmende Controle sich selbst überlassen, und deswegen ist bei allen Anlagen *ohne selbstthätige* Ventilation überhaupt gar keine oder eine winzige Lufterneuerung vorhanden.

Das physikalische Gesetz von der Trägheit der Masse gilt auch für die Person des Heizers, der sich den Dienst in der Regel so bequem zurechtlegt, als es irgend möglich.

Darum ist die bisher wenig beachtete Regel: „*Die Lufterneuerung soll selbstthätig sein*“ von größter Wichtigkeit.

Wenn ich bei Begründung dieser hygienischen Grundsätze etwa zu breit und zu gründlich war, so entschuldigen Sie dies gütigst damit, daß ich eine der in anderen Hinsichten vortrefflichen technischen Hochschulen Österreichs absolvirt, und dort so gut wie gar nichts über Heizung und Lüftung erfahren habe. Ich war also auf Selbststudium und auf eigene Erfahrungen angewiesen. Dies führt bekanntlich zur Weitschweifigkeit. Übrigens entbehrt auch heute noch die hiesige technische Hochschule eigener Vorlesungen über Gesund-

heitstechnik oder über Heizung und Lüftung; diese Fachwissenschaften werden leider nur flüchtig gestreift. Dies nur nebenbei.

Die aufgestellten fünf Forderungen bilden nun den Maßstab zur Beurtheilung der verschiedenen Systeme von Heiz- und Lüftungsanlagen in Bezug auf deren Eignung für Schulen. Bei der noch immer herrschenden Verwirrung in den Namen der Heizungsgattungen ist es vorher wohl nöthig, dieselben von einem bestimmten Gesichtspunkte aus einzutheilen.

Eine wichtige Unterscheidung ergiebt sich nach dem Platze der Feuerstelle oder des Wärmeerzeugers und des Wärmeabgebers. Es giebt hienach drei verschiedene Anordnungen, u. zw.:

1. Jene, bei welchen die Feuerstelle mit dem Wärmeabgeber, in der Regel zu einem Ganzen vereint, in dem zu beheizenden Raume selbst sich befindet. Hierher zählen vornehmlich die Zimmeröfen.

2. Anlagen, bei welchen blos der Wärmeabgeber in dem Zimmer selbst, hingegen die Feuerstelle entfernt von demselben, gewöhnlich im Keller, untergebracht ist. Beispiele dieser Art bieten die Warmwasser-, die Heißwasser- und die Dampfheizung, endlich

3. solche Anlagen, bei welchen sowohl die Feuerstelle, als auch der Wärmeabgeber außerhalb des zu beheizenden Raumes sich befinden. Für die Heizungen dieser letzten Hauptart paßt der Name Luftheizung, welcher in den Fachschriften auch nur in diesem Sinne angewendet wird. Freilich könnte fast jedes der üblichen Heizsysteme, auch die Zimmeröfen als Luftheizung bezeichnet werden, da ja durch dieselben stets die Luft des betreffenden Raumes erwärmt wird. Nur die Kamine und die sogenannte Canalheizung, die für Kirchen angewendet wird und die Heizweise der alten Römer nachahmt, bilden eine Ausnahme, da bei derselben der Fußboden, beziehungsweise die Wände erwärmt werden.

Bei den Heizungen der dritten Gattung wird aber die, an den gewöhnlich im Keller stehenden Wärmeabgebern erwärmte Luft in den zu beheizenden Raum oder in deren mehrere geleitet. Die Beheizung erfolgt also vermittelst zugeleiteter warmer Luft.

Bei den Wasserheizungen und den Dampfheizungen fällt die Rolle der Wärmeübertragung dem Wasser oder dem Dampfe zu, welche Medien zu den in den einzelnen Räumen stehenden Wärmeabgebern geleitet werden. Die Namengebung ist also eine durchaus logische.

Bei den Luftheizungen kann nun die Feuerstelle und der Wärmeabgeber ähnlich wie bei einem Zimmerofen zu einem Ganzen vereinigt werden. Dies ist bei den Feuerluftheizungen der Fall, welche leider auch vielfach kurzweg Luftheizungen genannt werden. Oder aber es ist die Feuerstelle von dem Wärmeabgeber, die beide im Keller sich befinden, räumlich getrennt; die Wärmeabgeber befinden sich in Heizkammern und erwärmen dort die Luft, welche in die zu beheizenden Räume geführt wird. So ist es bei der Dampf-Luftheizung, bei welcher die im Keller befindlichen Wärmeabgeber mit Dampf gespeist werden.

Die Heiztechnik unterscheidet sowohl bei Wasser-, als auch bei Dampfheizungen nach der vorkommenden Spannung oder Temperatur und spricht hienach von Warmwasserheizungen mit Niederdruck, bei welchen die Erwärmung des Wassers auf 100° C. erfolgt, solchen mit Mitteldruck, wo die Wassererwärmung höher und zwar bis etwa 140° C. steigt; dann Heißwasserheizungen mit einer Wassertemperatur von 120 bis 200° C. Beide Heizarten unterscheiden sich in constructiver Hinsicht bekanntlich scharf, worauf hier jedoch nicht eingegangen werden kann.

Bei Dampfheizungen sind gleichfalls solche mit höherer Spannung und die Niederdruck-Dampfheizungen auseinander zu halten. Niederdruckdampf wird derjenige genannt, bei welchem die Spannung höchstens $^1/_2$ Atmosphäre Ueberdruck betragen kann, was nach Fliegner einer Temperatur von 111° C. entspricht. Zumeist wird aber Dampf von noch viel niedrigerer Spannung, nämlich von 0·05 bis 0·3 Atmosphären hiebei angewendet. Auf Heizkessel, die nur Dampf unter $^1/_2$ Atmosphäre Ueberdruck liefern und liefern können, erstrecken sich nicht die gesetzlichen Vorschriften, die sonst den Bau und den Betrieb von Dampfkesseln so sehr erschweren und vertheuern.

Es wäre deshalb, und weil die Bezeichnung Niederdruck-Dampfheizung und noch mehr die weitere Niederdruck-Dampf-Luftheizung nichts weniger als kurzathmig sind, nicht unpassend, nach bereits vorhandenem Muster den Ausdruck Dunstheizung und weiters die Zusammensetzung Dunst-Luftheizung an Stelle der obigen Ausdrücke anzuwenden.

In wie weit entsprechen nun die einzelnen Heizarten den berechtigten Forderungen der Schulhygiene, die früher in fünf Hauptsätzen zusammengefasst wurden? In wie weit eignen sich selbe also für die Beheizung und Ventilirung von Schulhäusern? Die Beantwortung wird dadurch erschwert, weil bei jedwedem Systeme besondere Maßnahmen gewählt werden können und worden sind, um in einer oder der anderen bestimmten Hinsicht, nicht selten auf Kosten der übrigen vollberechtigten Forderungen zu befriedigen. Es muß daher ausdrücklich hervorgehoben werden, daß die Beurtheilung sich blos auf Schulen und auch hier vornehmlich auf die eigentlichen Lehrräume, welche von Schülern besetzt sind, bezieht. Es wird hierbei zunächst vorausgesetzt, daß die Heizanlage zugleich zur Vorwärmung der Zuluft dient, was wegen Vereinfachung der Anlage und Bedienung wenigstens hierzulande den für Heizung und Ventilation getrennten Anordnungen vorgezogen wird.

Will man durch im Lehrzimmer selbst oder in dessen unmittelbarer Nähe aufzustellende Lüftungsöfen allen diesen Forderungen gerecht werden, so gelangt man zu unverhältnismäßig großen und theueren Constructionen, die sich durch das in Schulzimmern aus früher angeführten Gründen erforderliche Sparen mit dem Platze von selbst verbieten.

Die argen Nachtheile, die Zimmeröfen für Schulzimmer der Natur der Sache nach innewohnen, ließen sich dennoch nicht vermeiden. Derartige Uebelstände sind unter Anderem die Verunreinigung der Luft durch Rauchrückstöße bei widrigen Winden, die Verschmutzung des ganzen Hauses durch das Befördern des Brennstoffes und der Asche, die Feuergefährlichkeit in Folge der zahlreichen Feuerstellen und Rauchfänge, endlich die mühsame und daher theuere oder schlechte Bedienung.

Die Zimmeröfen erfreuen sich trotzdem vieler Gönner unter der Lehrerschaft, was darin seinen Grund haben mag, daß bei denselben die Lehrkraft im Stande ist, die Bedienung bequem zu überwachen oder auch die Regelung selbst vorzunehmen. Vom hygienischen Standpunkte ist letzteres ein recht fraglicher Vortheil, da hiebei die Lehrkraft allzusehr verleitet wird, dem eigenen subjectiven Wärmebedürfnisse, das vielleicht dem für die Kinder angemessenen entgegensteht, Rechnung zu tragen.

Ich getraue mich zu sagen, dass kein einziger, ausgeführter Lüftungsofen besteht, der die an eine gute Heizanlage zu stellenden Forderungen voll erfüllt.

Deutlich hat sich dies in Wien gezeigt, wo in dem Zeitraume von 1885 bis 1890 eine Reihe von grossen Schulbauten mit für reinen Lüftungsbetrieb, also mit Ausschluss der Kreislaufheizung eingerichteten Füllöfen versehen worden sind. Verschiedene Lösungen wurden hiebei versucht. So ordnete man die Oefen in offenen Mauernischen freistehend an, wobei der äussere Mantel des Ofens (Fig. 1) voll bis zum Fußboden reicht; in den Ofensockel mündet der

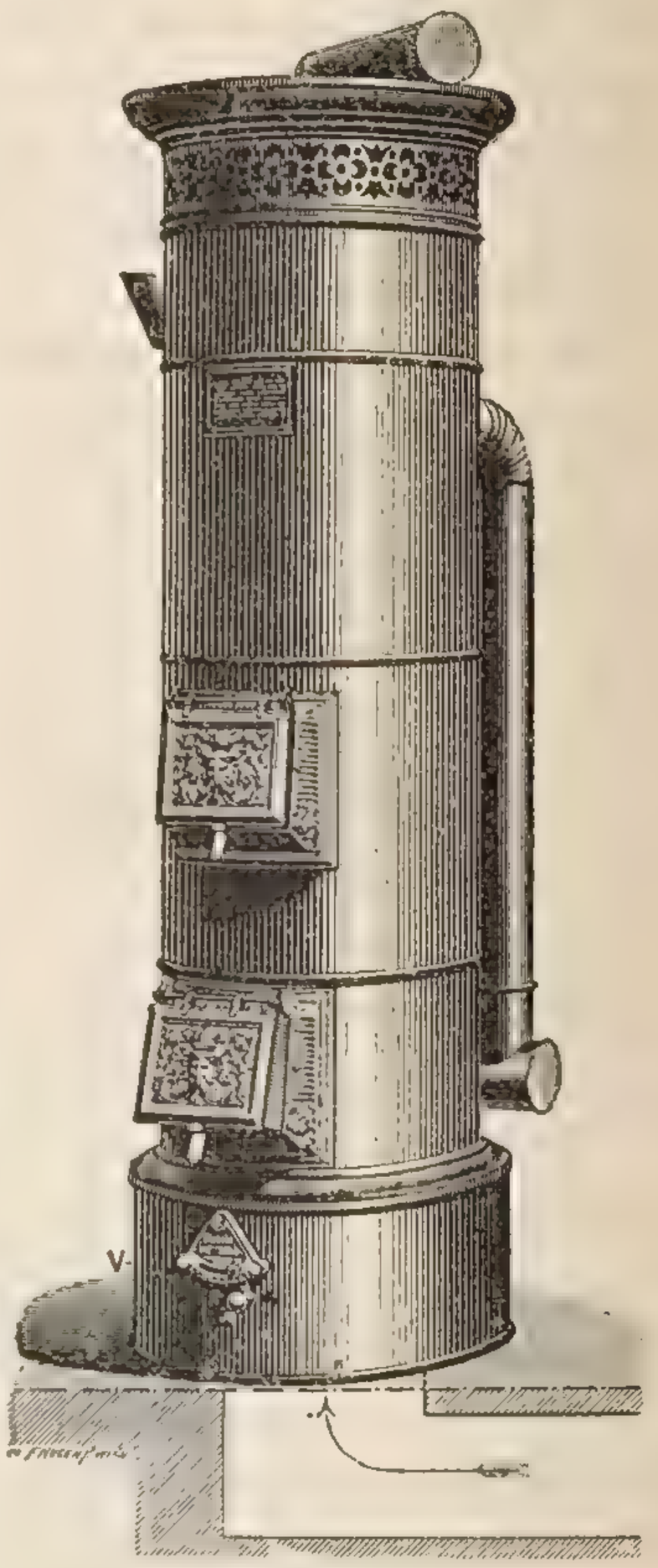


Fig. 1. Lüftungsofen.

Schlauch für die frische Luft ein, welche in dem Raume zwischen dem eigentlichen Heizkörper und dem Mantel sich erwärmt und bei dem Ofenkopfe heraussteigt. Dort, sowie im Sockel ist je eine Drehklappe angeordnet, welche durch Hebelstangen mit einander und einem Stellhebel v verbunden sind. Vor dem Einheizen werden die Drehklappen geöffnet, bleiben in dieser

Stellung während der Unterrichtszeit, um nach deren Ende und Erlöschen des Brennstoffes geschlossen zu werden. Wenn der Heizer das Oeffnen dieser Klappen unterlässt, so wird wohl der Ofen sehr heiss, wärmt aber fast nur durch Strahlung die nächste Umgebung, nicht aber den ganzen

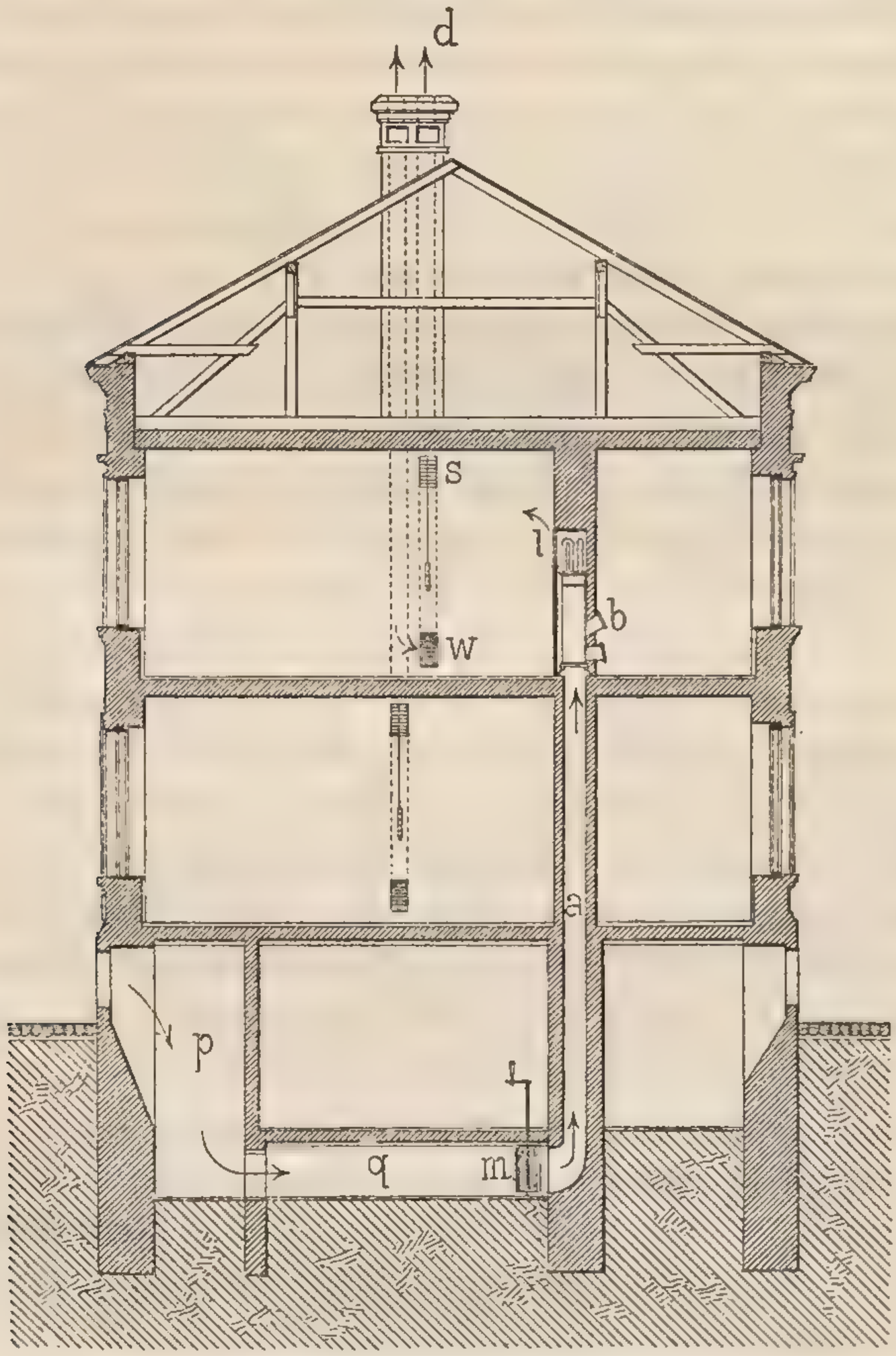


Fig. 2. Querschnitt eines Schulhauses.

Zimmerraum. Es ist also eine gewisse Selbstthätigkeit der Lufterneuerung erreicht, indem die Erwärmung von derselben abhängig gemacht ist.

In anderen Fällen wurde die Ofennische gegen das Schulzimmer durch eine an einem Rahmen mit Schrauben

befestigte Platte aus zwei Blechen, zwischen welchen sich ein Wärmeschutzmittel befindet, begrenzt. Die Platte ist nur im Falle einer Reinigung oder Ausbesserung des Ofens abzunehmen.

Der Ofen ist von außen (bei *b* in Fig. 2) heizbar. Die Außenluft streicht zu demselben durch die Staubkammer *p* und die Schläuche *q* und *a*. Bei *l* kommt die erwärmte Luft in das Schulzimmer, aus dem bei *w* die verdorbene Luft abzieht. Der Frischluftweg kann nur durch die Klappe *m* abgesperrt werden, welche im Winter Abends geschlossen und Morgens vor dem Anheizen geöffnet werden soll.

Wieder in anderen Schulen ist an der Zimmerseite der Nische eine 0·15 *m* starke Mauer, an der Gangseite eine gefütterte Eisenthür angebracht.

Alle diese Anordnungen geben keinen befriedigenden Erfolg, da der Raum zu knapp ist, um Oefen mit genügend großen Heizflächen anbringen zu können; dieselben müssen daher so überangestrengt werden, daß einzelne Theile des Heizkörpers in's Glühen kommen. Dann aber gelangt statt reiner, lauer Luft eine mit verbranntem Staub gemischte, heisse Luft in das Schulzimmer, das ist jene Luft, die bei Feuerluftheizungen schlechter Einrichtung so sehr gefürchtet wird.

In der Oeffentlichkeit beurtheilt man aber Zimmeröfen viel, viel milder, als irgend andere Heizanlagen und nimmt alle Uebelstände, die selbe im reichen Maße besitzen, ruhig als etwas Gewohntes und Selbstverständliches hin.

Behandelt man aber die Frage mit dem ihr gebührenden Ernste, so muß man zu dem Schlusse kommen, daß Zimmeröfen für Lehrräume nicht geeignet sind. Dieses abfällige Urtheil erstreckt sich jedoch nicht ohne Weiteres auf Zimmeröfen mit Gasfeuerung, die z. B. in drei Schulen der Stadt Karlsruhe befriedigend wirken sollen. Die Verwendung derselben kann jedoch der hohen Gaspreise wegen nur eine vereinzelte sein.

Unter den Heizanlagen der zweiten Art, das heißt jenen, bei welchen nur der Wärmeabgeber im Lehrzimmer, die Feuerstelle aber davon entfernt angebracht ist, müssen

zunächst diejenigen für Schulen ausgeschieden werden, bei welchen die Temperatur der Wärmeabgeber so hoch ist, daß eine Staubversengung eintreten kann. Dieser Uebelstand ist nur bei den Warmwasserheizungen mit Niederdruckunddenniederdruck-Dampfheizungen völlig vermieden, hingegen bei allen Heizungen, in welchen die Wärmeübertragung dem Heißwasser oder dem Hochdruckdampfe obliegt, stets zu gewärtigen; auch bei dem Bastardsysteme der Mitteldruck-Warmwasserheizung, obwohl hier in milderem Grade.

Das Vorhandensein der Wärmeabgeber in den Lehrzimmern hat auch bei Warmwasserheizungen und Niederdruck-Dampfheizungen, obwohl die Temperatur den Siedepunkt nur wenig überschreitet, den allerdings im Vergleiche mit der Ofenheizung sehr abgeschwächten Nachtheil, daß in der Nähe der Wärmeabgeber die Temperatur in Folge Mittheilung oder Strahlung der Wärme höher ist, als an den weiter davon entfernten Stellen; dem ist wohl dadurch zu begegnen, daß man den Wärmeabgeber an eine wenig benützte Stelle des Lehrzimmers, also etwa in eine Ecke der Tafelwand stellt; es ergeben sich aber dann nicht selten Schwierigkeiten in der Führung der Rohrstränge, die allerdings nicht unüberwindbar sind.

Hingegen ist die Vorwärmung der großen Zuluftmenge, welche ein Lehrzimmer erfordert, an den Wärmeabgebern einer Warmwasserheizung recht misslich, da das Einfrieren des Wassers bei unachtsamer Bedienung, das dadurch eintretende Zerspringen des Wärmeabgebers oder der Rohre und somit eine Betriebsstörung und eine Durchnässung von Gebäudetheilen zu befürchten ist.

Darum giebt es auch keine reinen Warmwasserheizanlagen mit irgend ausgiebiger Lüftung, auch in den Schulen der Stadt Berlin nicht, wo diese Heizart in neuerer Zeit ausschließlich in Verwendung genommen wird, und wo, wie ein dortiger maßgebender Heiztechniker berichtet, die Luftheizungen bedauerlicher Weise in Misscredit gekommen sind.

Bei Warmwasserheizungen wird die in dem Wärmeabgeber aufgespeicherte große Wärmemenge oft lästig, weil das Ausschalten des Heizkörpers erst nach längerer Zeit nützt.

Empfehlenswerther als Warmwasserheizungen sind jene mit Niederdruckdampf, bei welchen, eine sachgemäße Construction vorausgesetzt, die Gefahr des Einfrierens nicht besteht und keine erhebliche Wärmeaufspeicherung in den Wärmeabgebern vorkommt. Die Verwendung des niedrig gespannten Dampfes zu Heizzwecken ermöglicht überdies eine vorzügliche Regelung der Lebhaftigkeit des Feuers und dadurch eine wesentliche Brennstoffersparnis und hat außerdem andere so allgemein anerkannte Vorzüge, daß die nach Angabe des Professors Dr. v. Böhm aus Schweden stammenden, erst im Jahre 1880 von Bechem und Post in Deutschland eingeführten Heizungen mit Niederdruckdampf seither einer außerordentlichen Beliebtheit und vielfachen Verwendung sich erfreuen.

In wie weit kann mit dieser Heizart der Forderung nach selbstthätiger Ventilation entsprochen werden? Bei den üblichen Anordnungen wird die frische Luft beim Kopfe des durch einen vergitterten Vorsetzer geschützten Wärmeabgebers oder weiter ober demselben zugeführt. Die Mündung des Zuluftschlauches ist mit einem stellbaren Verschlusse versehen, so daß die Lufterneuerung nach Belieben verringert oder unterdrückt werden kann. Der faule Heizer wird trachten, auf letztere Art das Zimmer zu erwärmen und warm zu halten, was auch anstandslos, wahrscheinlich sogar zu sehr gelingt. Es ist gewagt, darauf zu rechnen, daß die Lehrkraft, um der übergroßen Wärmeabgabe entgegenzuwirken, den Verschluß des Frischluftschlauches öffnet, also eine Ventilation einleitet. Häufiger dürfte dann die obere Mündung des Abfuhrschlauches geöffnet werden, wodurch die wärmste Luft aus dem Zimmer abgeleitet, jedoch keineswegs eine sachgemäße Ventilation an allen Stellen erzielt wird.

Es ließen sich nun wohl, ebenso wie für die Zimmeröfen Constructionen ersinnen, um die Lufterneuerung selbstthätig zu gestalten; man müßte dann aber andere leidige Uebelstände in Kauf nehmen.

Alle Anlagen, bei welchen gesonderte Einrichtungen zur Vorwärmung der zuzuführenden Luft bestehen, bei welchen also Heizung und Lüftung von einander getrennt sind, haben

der Natur der Sache nach den Nachtheil, daß die Ventilation ausgeschaltet oder überhaupt nicht in Betrieb genommen werden kann.

Bei den Heizungen der dritten Art, also den Luftheizungen, ist es hingegen leicht möglich, der Forderung nach selbstthätiger Ventilation thunlichst nachzukommen. Es ist dies einer der Gründe, weshalb die Luftheizung für Schulen den Vorzug verdient. Außerdem ist die Bedienung derselben am einfachsten, da alle wichtigen Regelungsvorrichtungen im Keller, dem Aufenthaltsorte des Heizers, vereinigt sind; in den Lehrzimmern wird Platz erspart, während bei allen früher besprochenen Heizarten eine Platzbeschränkung durch die Wärmeabgeber oder Rohrnetze nie völlig zu vermeiden ist.

Alle Luftheizungen bedingen aber eine richtige Anordnung der Zuluftschläuche und eine reichliche Querschnittsgebung für dieselben. Diesbezügliche Fehler bei einem Neubaue sind nachträglich schwer oder nur mit großen Kosten zu beheben. Sollen Umgestaltungen im fertigen Hause vorgenommen werden, z. B. Zimmer durch Einbeziehung von Nebenräumen vergrößert werden, so erwachsen hiedurch bei der Luftheizung, weil auch die Luftwege vergrößert werden müssen, wesentlichere Schwierigkeiten und Kosten, als bei den anderen Heizarten.

In ein hergestelltes Gebäude nachträglich eine Luftheizung zu projectiren, ist eine der bösesten und undankbarsten Aufgaben, die selten völlig gut gelingt. Hier ist es meist vernünftiger, keine Luftheizung anzuwenden, sondern eine Niederdruck-Dampfheizung einzubauen.

Aus diesen Gründen ist es jedem Architekten nicht genug an's Herz zu legen, schon bei der Grundrißverfassung sich mit dem Heiztechniker in das Einvernehmen zu setzen und insbesonders an den von diesem verlangten Querschnitten der Luftwege und der Rauchfänge nicht zu mäkeln.

Leider ist es fast zur Regel geworden, über die Art des Heizsystems erst viel später, wenn der Bau schon vorgeschritten ist, schlüßig zu werden. Die üblen Folgen bleiben dann nicht aus, wie genug Beispiele zeigen. So ist es kein Geheimnis, daß bei fast allen den großen Monumentalbauten,

welche in Wien in den letzten Jahrzehnten ausgeführt worden sind, wegen Zögern in der Wahl des Heizsystemes sehr wesentliche Nachstemmungen und sonstige vermeidbare Nacharbeiten vorzunehmen waren, welche in mehreren Fällen Auslagen verursachten, die den Gesammt-Bezügen eines Heizingenieurs während seiner Lebensdauer gleichkommen.

Diese Verhältnisse haben auch mitgewirkt, die eine Art der Luftheizung, nämlich die Feuerluftheizung, unverdienter Weise in einen allzuschlechten Ruf gebracht zu haben. Freilich sind daran auch viele mangelhafte Anlagen mitschuldig. Und doch geben von tüchtigen Fachmännern mit nicht kargen Mitteln angelegte Feuerluftheizungen befriedigende Ergebnisse. Aber auch nur solche! Wenn aber ein in jeder anderen Hinsicht geschickter Architekt oder Ingenieur, verlockt durch die scheinbare Einfachheit der Feuerluftheizung, eine derartige Anlage ohne Mitwirkung eines eigentlichen Fachmannes herstellt, so fällt sie gewöhnlich schlecht aus. Die Feuerluftheizung erheischt eben eine sorgsame und eifrige Ausbildung in Bezug auf alle Einzelnheiten des Heizapparates, der Luft- und der Rauchwege.

Von den übrigen Luftheizungen ist jene mit Niederdruckdampf in neuester Zeit die für Schulen mit Recht geschätzteste. Sie verhält sich zur Feuerluftheizung etwa so, wie die Stadtbahn zur Pferdebahn, oder wie die eingewölbte Wien zu dem mit Quaimauern umsäumten Wienfluß; kurz, wie das Vollkommene zum Nothdürftigen.

Zur Begründung diene Folgendes: Bei der Niederdruckdampf-Luftheizung ist eine Verunreinigung der Luft durch Rauchgase unmöglich; bei einer fachgemäßen Feuerluftheizung wird dies, so lange die Heizapparate sorgfältig in Stand gehalten werden, auch nicht eintreten; das Eindringen des Rauches in die Luftwege ist aber bei eintretenden Gebrechen nicht ausgeschlossen. Aehnlich verhält es sich mit dem Ueberhitzen der Zuluft und dem Versengen des Staubes, welche beide Uebelstände bei Niederdruckdampf-Luftheizung überhaupt nicht vorkommen können, wohl aber bei unvernünftig angestrengten Feuerluftheizungen.

Die Anzahl der Feuerstellen und damit jene der Rauchfänge ist bei Feuerluftheizungen viel größer als bei Niederdruckdampf-Luftheizungen. Warme Luft kann nämlich im horizontalen Sinne nur auf geringe Entfernung geleitet werden. Bei Dampf hingegen sind die Grenzen weiter gezogen, und zwar derart, daß in einem großen Schulgebäude mit z. B. 30 Lehrzimmern die gesammte Dampferzeugung an einer Stelle vereinigt sein kann, während bei Anwendung der Feuerluftheizung 8 und mehr Heizgruppen oder Zonen nöthig sein werden. Es wird also bei ersterer Heizart nur ein Rauchfang ausreichen, welcher dann auch so hoch geführt werden kann, daß eine Belästigung der Nachbarschaft durch Ruß und Rauch verhütet wird. Mit der Anzahl der Rauchfänge mindert sich bekanntlich die Feuersgefahr, was bei Schulhäusern, wenn selbe auch feuersicher gebaut sind, umsomehr von Wichtigkeit ist, als durch die Luftschläuche eine Fortpflanzung des Feuers erleichtert wird.

Der bedeutendste Vortheil der Dampfluftheizung, den selbe auch mit der Dampfheizung gemein hat, liegt in der leichten Möglichkeit, das Feuer durch den sogenannten Zugregler selbstthätig der Aussentemperatur anzupassen. Der Zugregler besorgt die Anfachung des Feuers bei sinkendem, die Verminderung desselben bei steigendem Wärmebedarf in verläßlicher Weise durch die Regelung der Menge der Verbrennungsluft, macht also das Feuer vom Heizer nahezu unabhängig. Bei den übrigen Heizungsarten ist dies nicht thunlich.

Durch die Regelung der Feuerentwicklung ergiebt sich eine wesentliche Brennstoffersparnis, während bei allen anderen Heizungsarten durch ungeschickte oder nicht eifrige Heizer riesige Vergeudungen des Brennstoffes und damit Ueberhitzungen nur allzuoft vorkommen.

Wie schwierig ist es aber, einen verläßlichen und verständigen Heizer zu bekommen! Ich finde das auch sehr begreiflich, da die Entlohnung gewöhnlich allzu knapp ist und naturgemäß nur im Winterhalbjahr ausbezahlt wird. Die Nichtstätigkeit der Bedienstung führt zum häufigen Wechsel, da jeder Arbeiter eine dauernde Stellung vorzieht. Der neue Heizer muss immer erst abgerichtet werden; während dem

leidet der Betrieb. An den hiesigen großen Schulen ist der Taglohn gewöhnlich mit 1 fl. 10 kr. bis 1 fl. 40 kr. bemessen; blutwenig an sich und besonders im Vergleiche mit anderen Städten, wo die Lebensmittelpreise ungleich billiger sind. So zahlt z. B. die Stadt Hannover den Heizern an ihren großen Schulen 90 Mark monatlich. In Hamburg werden die mit der Heizung betrauten Schuldiener durch eigens zu diesem Zwecke angestellte Lehrheizer unterrichtet.

So lange aber nicht durch passende Maßregeln tüchtige Heizer herangezogen sind, muß getrachtet werden, die Anlagen von der Bedienung möglichst unabhängig zu gestalten, was eben bei der Niederdruckdampf-Luftheizung der Fall ist. Aus diesen und den früher erörterten Gründen ist die letztgenannte Heizart als die für Lehrräume nach dem derzeitigen Stande der Heiztechnik geeignetste zu bezeichnen.

Anders steht es bezüglich der Aborte, Gänge, Treppen und der nur von den Lehrkräften benützten Nebenräume des Schulhauses. Für die Aborte wird eine Niederdruck-Dampfheizung, welche selbstverständlich für Ventilation eingerichtet ist, vorzuziehen sein, da für dieselben die Anlage verticaler Zuluftschläuche und die nothwendige Sonderung der Frischluftwege von jenen der Lehrräume zu große Schwierigkeiten macht. In dem Treppenhause und in den Gängen kann auf eine besondere Lufterneuerung verzichtet werden, da durch das Oeffnen des Eingangsthores ohnedem genug frische Luft hereingelangt; hier empfiehlt sich eine Niederdruck-Dampfheizung ohne Ventilation. Für die Nebenräume, die auch häufig außer den Unterrichtszeiten, an schulfreien Tagen u. dgl. benützt werden, also für die Kanzleien, Conferenz- und Lehrmittelzimmer, entsprechen Zimmeröfen den Bedürfnissen am besten.

Bevor ich nun auf die Einzelnheiten der Niederdruck-Dampfluftheizung eingehe, glaube ich noch darlegen zu sollen, wie die Einrichtungen bei jeder Luftheizung getroffen werden sollen, um die hygienischen Forderungen zu erfüllen. Ich benütze hiezu die Zeichnungen, welche ich der Zuvorkommenheit mehrerer großer, auch für die Gemeinde Wien

liefernder Heizfirmen, nämlich der Actiengesellschaft für Wasserleitungen, Gas- und Heizungsanlagen, den Herren B. & E. Körting, sowie der Firma Novelly & Co. verdanke.

Um die Temperatur jedes einzelnen Raumes regeln zu können, sind die Zuluftschläuche, welche die warme Luft aus dem obersten Theile der Heizkammer entnehmen, in welcher die Heizapparate der Feuerluftheizung oder die Wärmeabgeber der Dampfluftheizung stehen, nach abwärts zu verlängern, mit dem unteren Theile der Heizkammer oder mit dem Frischluftwege zu verbinden und mit Mischklappen derart zu versehen, daß entweder blos warme Luft aus der Heizkammer oder eine Mischung dieser mit ungewärmter Frischluft in die Lehrzimmer gesendet werden kann. (Vgl. Taf. II, Fig. 3.)

Die Mischklappen müssen vom Heizer in einer bequemen Weise zu stellen sein, da vornehmlich durch dieselben der Wärmegrad des einzelnen Zimmers zu regeln ist.

Die Mündung des Zuluftschlauches im Lehrzimmer hat kein Verschlußstück, sondern höchstens ein leichtes Gitter gegen das Hineinwerfen von Papier zu bekommen, weil sonst die Lehrkraft nach Belieben die Ventilation unterdrücken könnte. Einigermaßen kann dies allerdings auch durch Schließen der unteren Mündung des Abluftschlauches im Lehrzimmer geschehen; hier ist aber ein Verschlußstück wegen der in der Nichtheizperiode möglichen verkehrten Bewegung im Abluftschlauche immerhin praktisch. Die Vergitterung empfiehlt sich jedoch nicht, weil sich dann hinter dem Gitter gewiss Staub ansammelt, dessen Entfernung erst nach Wegnahme des Gitters, also mit einiger Mühe möglich wäre. In einer Schule muß man aber stets froh sein, wenn nur der bequemst liegende Staub weggekehrt wird.

In jedem Zuluftschlauche muß ein Schuber oder eine Drosselklappe angebracht werden, um einzelne durch längere Zeit, z. B. während des ganzen Winters unbenutzte Räume ausschalten, und um den etwa zu großen Schlauchquerschnitt gemäß der anemometrischen Beobachtungen vermindern zu können. Es ist am besten, die Verrückung aus der einmal

ermittelten richtigen Stellung mittelst Plombirung dem Heizer, der diesen Schuber nicht handhaben soll, unmöglich zu machen. Gerade diese Schuber werden nämlich sonst von dem Heizer zur Unterdrückung der Ventilation mit Vorliebe missbraucht. Durch diese Maßregeln ist der Weg der frischen Luft vom Freien in die Lehrzimmer stets offen und kann blos durch den im Frischluftcanal, also vor der Heizkammer, angebrachten Frischluftschuber abgesperrt werden, der je nach der Richtung und Stärke des Windes vom Heizer zu stellen und in Winternächten zur Verhütung übergroßer Abkühlung der Räume ganz zu schließen ist.

Mit dem Frischluftschuber kann die Lufterneuerung wohl auch unterdrückt werden, damit aber auch die weitere Zufuhr von Wärme in die zugehörige Gruppe von Lehrzimmern, oder wenn nur ein Frischluftcanal vorhanden ist, für sämmtliche Räume. Das Schließen desselben während der Unterrichtszeit wird von der einen oder anderen wärmebedürftigeren Lehrkraft rasch bemerkt und gerügt. Durch diese Einrichtungen ist also thatsächlich eine Lufterneuerung sichergestellt, unabhängig von der Bedienung; soll es warm werden und warm bleiben, so muß Lufterneuerung stattfinden.

Um jede Belästigung durch die Ventilation zu verhüten, soll die Zuluft mit keiner höheren Temperatur als 40^0*) und zwar in einer Höhe von nicht unter $2{\cdot}2\,m$ in das Lehrzimmer gelangen. Ist die Unterkante der Zuluftmündung niedriger, so trifft der laue Luftstrom den vorbeigehenden Lehrer.

Die Begrenzung der Zulufttemperatur auf 40^0 ist für die Berechnung der Heizflächen von grundlegender Bedeutung, denn hienach rechnet sich für die einer größeren Abkühlung ausgesetzten Räume die erforderliche Menge der stündlich einzuführenden Luft. Beträgt z. B. für ein Lehrzimmer die stündliche Abkühlung bei $-20^0\,C$ . . 5000 WE, so ergiebt sich die Menge der Zuluft aus folgender Rechnung.

*) Diese wichtige Forderung ist auch in der vortrefflichen „Anweisung betreffend die Vorbereitung, Ausführung und Unterhaltung der Centralheizungs-Anlagen in fiscalischen Gebäuden“ (des Königreiches Preussen), Berlin 1884, enthalten.

Die Luft tritt mit 40^0 in das Lehrzimmer und giebt solange Wärme an die Umfassungen desselben ab, bis selbe mit einer Temperatur von etwa 18^0 in den Abluftschlauch einzieht, also $40-18=22^0$; jedes Cubikmeter giebt also $22 \times 0{\cdot}31 = 6{\cdot}82\,WE$ ab. Um die $5000\,WE$ zu decken, welche die Abkühlung erfordert, müssen $5000 : 6{\cdot}82 = 733\,m^3$ Luft eingelassen werden. Das ist mehr als eine $2{\cdot}5$fache Lufterneuerung, welche, wenn wie früher der Lehrzimmer-Inhalt mit $216\,m^3$ angenommen wird, blos $216 \times 2{\cdot}5 = 540\,m^3$ ausmachen würde. Die Luftmenge von $733\,m^3$ muß von -20^0 auf $+40^0$, also um 60^0 erwärmt werden. Die hiezu erforderliche Wärmemenge beträgt also $733 \times 0{\cdot}31 \times 60 = 13634\,WE$.

Die für eine Heizkammer, von welcher aus 10 ebenso kalte Zimmer beheizt werden sollen, nöthige Heizfläche müßte sonach bei einer Niederdruckdampf-Luftheizung gemäß der Bedingnisse, welche die Gemeinde Wien den Verdingungen zu Grunde legt*), da nach diesen die Wärmeabgabe von $1\,m^2$ Rippenheizfläche mit höchstens $550\,WE$ stündlich anzusetzen ist, $136.340 : 550 = 248\,m^2$ sein.

Für ein günstig gelegenes Lehrzimmer, in welchem die Abkühlung, wie früher berechnet, $2743\,WE$ betragen mag, ergiebt die gleichartige Rechnung $2743 : 6{\cdot}82 = 402\,m^3$, also diesmal weniger als die zur $2{\cdot}5$fachen Lufterneuerung erforderlichen $540\,m^3$, welche aber aus hygienischen Rücksichten jedenfalls eingeführt werden sollen. Es wäre daher eine derartige Stellung der Mischklappe zu wählen, daß die nöthige Luftmenge von $540\,m^3$ mit einer solchen Temperatur in das Lehrzimmer gelangt, welche gerade ausreicht, die Abkühlung wettzumachen, nämlich mit $34{\cdot}4^0$. Da $2743 : 540 = 5{\cdot}08\,WE$ sind, hat jedes Cubikmeter Luft diese Wärmemenge zu decken. Es soll also, weil $5{\cdot}08 : 0{\cdot}31 = 16{\cdot}4^0$ ist, die Luft mit $34{\cdot}4^0$ eingeführt werden, um während des Weges durch das Zimmer $34{\cdot}4 - 18 = 16{\cdot}4^0$ abgeben zu können. Zur Erwärmung von $540\,m^3$ von -20 auf $+34{\cdot}4^0$ sind $540 \times 0{\cdot}31 \times 54{\cdot}4 = 9104\,WE$ erforderlich; die Rippenheizfläche wäre daher mit $9104 : 550 = 16{\cdot}6\,m^2$ zu bemessen.

*) Besondere Bedingnisse betreffend die Herstellung einer Niederdruckdampf-Luftheizung für Schulhausbauten. Stadtbauamt Wien 1891.

Der Wärmebedarf für günstig gelegene Räume ist, wie der Vergleich mit der für einen Zimmerofen angestellten Rechnung zeigt (vgl. S. 16), von dem Heizsysteme der Theorie nach unabhängig. Für Lehrzimmer mit größerer Abkühlung trifft dies jedoch nicht zu, wie das Beispiel eines Raumes mit 5000 *WE* stündlicher Abkühlung zeigt, für welche die zu beschaffende Wärmemenge (bei —20° aussen) bei Luftheizung 13.634 *WE*, hingegen bei im Zimmer aufgestellten Heizkörpern 5000 + 6361 = 11.361 *WE* (Abkühlung + Anwärmung der Zuluft), also weniger beträgt. Der Mehraufwand an Brennstoff für ein solches Zimmer macht demnach bei Luftheizung 20 % aus. Dabei darf aber nicht übersehen werden, daß Lehrzimmer mit einer stündlichen Abkühlung von 5.000 *WE* zu den ungünstigst gelegenen zählen und als Ausnahmsfälle zu betrachten sind. Die Betrachtung zeigt übrigens auch, daß der von manchem Widersacher der Luftheizung gegen dieselbe gemachte Einwand „es werde die Luft um 60° erwärmt und nur etwa ein Drittel dieses Wärmeunterschiedes verwerthet“ nicht stichhältig ist.

Die gesammte Anordnung einer Niederdruck-Dampfluftheizung ist in Tafel I ersichtlich gemacht, welche den Grundriss und Längsschnitt des 1891 vollendeten Schulhauses im fünften Wiener Gemeindebezirke, Embelgasse, darstellt.

Dieses Schulgebäude, in welchem sich zwei Bürgerschulen befinden, besteht aus einem dreifachen Haupttracte mit drei Stockwerken ober dem Erdgeschoße, welch' letzteres vornehmlich die Wohnungen der beiden Schulleiter und eines Schuldieners enthält, und einem mit der Stirnseite an das Hauptgebäude sich anschließenden einstöckigen Tracte, welcher zwei Turnsäle in sich schließt, und dessen Achse mit jener des Haupttractes einen rechten Winkel bildet.

In den drei Stockwerken ist je ein 2·5 *m* breiter, mittlerer Längsgang, von welchem aus die theils gegen die 15·2 *m* breite, nur sehr geringen Verkehr besitzende Embelgasse, theils gegen den 17·5 *m* breiten Hof gerichteten Lehr-

räume zugänglich sind. Die beiden Treppenhäuser befinden sich oberhalb der im Kellergrundrisse ersichtlichen Kellerstiegen und der anstoßenden Heizkammern; die Aborte sind neben den Treppenhäusern in jedem Geschoße angeordnet, so daß das Gebäude acht Abortgruppen enthält. Da jede Abortgruppe, ungeachtet der vorzüglichsten Wasserspülvorrichtungen, eine Quelle der Luftverunreinigung bildet, erscheint diese übergroße Anzahl derselben, welche allerdings den hiesigen Schulgewohnheiten entspricht, in gesundheitlicher Beziehung nicht sehr zweckmässig.*)

Jeder der beiden Turnsäle besitzt an beiden Längsseiten je fünf Fenster und steht mit dem betreffenden, ober dem Kesselhause gelegenen Ankleideraum in offener Verbindung. Die ebenerdigen, für die Knabenschule bestimmten Turnräume haben bei 5 *m* Höhe 1192 m^3 Luftinhalt; die Turnräume der Mädchenschule im ersten Stocke sind um 0·3 *m* niedriger. Die Lehrzimmer haben durchaus einseitiges Licht von links durch dreitheilige Fenster (1·25 × 2·5 *m*), eine Höhe von 4 *m* und einen Rauminhalt von 220 bis 225 m^3. Die Zeichen- und Handarbeitssäle besitzen fünf oder sechs Fenster und 420 bis 460 m^3 Luftraum.

Der gesammte Rauminhalt der 18 Lehrzimmer und drei Zeichensäle ist	5373 m^3,
jener der beiden Turnsäle sammt den Kleiderablagen	2239 m^3,
jener der Aborträume	688 m^3,
jener der Treppenhäuser und Gänge	2274 m^3,
demnach messen die gesammten, von der Niederdruckdampf-Luftheizung versorgten Räume . .	10.574 m^3.

*) Die in Norddeutschland sich findende Anordnung aller Schüleraborte in besonderen, im Schulhofe aufgestellten Gebäuden bildet hiezu den Gegensatz, der wegen der Gefahr einer Verkühlung auf dem weiten Wege aus dem Schulzimmer durch den Hof nicht unbedenklich ist. Am geeignetsten ist es wohl, die sämmtlichen Aborte in das Ebenerdgeschoss oder in den Keller, nach Münchener Vorbild, zu verlegen und für vorzügliche Lüftung zu sorgen. Gar zu bequem erreichbare Aborte verweichlichen die Kinder und verleiten sie auch ohne Bedürfnis dieselben aufzusuchen, um nur der Schulstube und dem Auge des Lehrers zn entkommen.

Die Nebenräume und die Wohnungen werden mittelst Regulir-Füllöfen, nach System Meidinger, beheizt.

Die stündliche Abkühlung bei — 20° C., welche für die einzelnen Lehrzimmer trotz deren fast gleicher Größe zwischen 2761 und 5096 *WE.* je nach deren Lage schwankt, beträgt für dieselben

einschließlich der Zeichensäle	104.878 *WE,*
für die Turnräume	32.840 *WE,*
für die Aborte	3.612 *WE,*
insgesammt für die mit mindestens zweimaliger Lufterneuerung zu beheizenden Räume .	141.330 *WE.*

Bei den Gängen und Treppenhäusern begnügt man sich bei sehr niedrigen Außentemperaturen (— 20° C.) mit einer Erwärmung auf + 5° C.; bei milderer Witterung sind dieselben auf etwa + 10° aufzuheizen. Ein solcher Wärmegrad ergiebt sich, wie die Rechnung zeigte und jetzt die Erfahrung bestätigte, bei Beheizung sämmtlicher Lehrräume für die Gänge in Folge der Wärmeabgabe durch die Mittelmauern von selbst, so daß blos für die Treppenhäuser vorzusorgen war. Für diese wurde, da sich eine genügende Lufterneuerung durch das Oeffnen der Hausthore einstellt, eine Kreisluftheizung ohne Luftzufuhr eingerichtet.

Die Heiz- und Lüftungsanlage wurde von der Actiengesellschaft für Wasserleitungen, Gas- und Heizungsanlagen in Wien in einer durchaus sachgemäßen und befriedigenden Weise ausgeführt.

Der erforderliche Dampf wird von zwei liegenden Heizkesseln mit je $23 m^2$ feuerbespülter Heizfläche geliefert. Diese in Fig. 3 im Querschnitte, in Fig. 4 (Seite 39) im Längsschnitte dargestellten, unmittelbar nebeneinander befindlichen Kessel besitzen ein weites Flammrohr, in welchem der schrägliegende, aus einzelnen Stäben gebildete Rost eingebaut ist und welches mit dem Füllschachte verbunden ist, und außerdem 28 enge Flammrohre, in welchen die Feuergase gegengeführt werden.

Bei der täglichen Inbetriebsetzung wird, von der dichtschließenden Feuerthür aus, Holz auf den Rost aufgebracht und entzündet; sodann wird diese Thür, durch welche man

auch zum Aschenfall gelangt, geschlossen und Kohle oder Coke in den Füllschacht eingeschüttet und die an dem oberen Ende desselben befindliche Thür sogleich wieder zugemacht. In den hiesigen Schulen wird wegen des höheren Preises und geringeren Brennwerthes des Cokes nicht dieser, sondern nur eine, allerdings vorzügliche, nicht backende und wenig Asche zurücklassende Steinkohle, welche aus Preußisch-

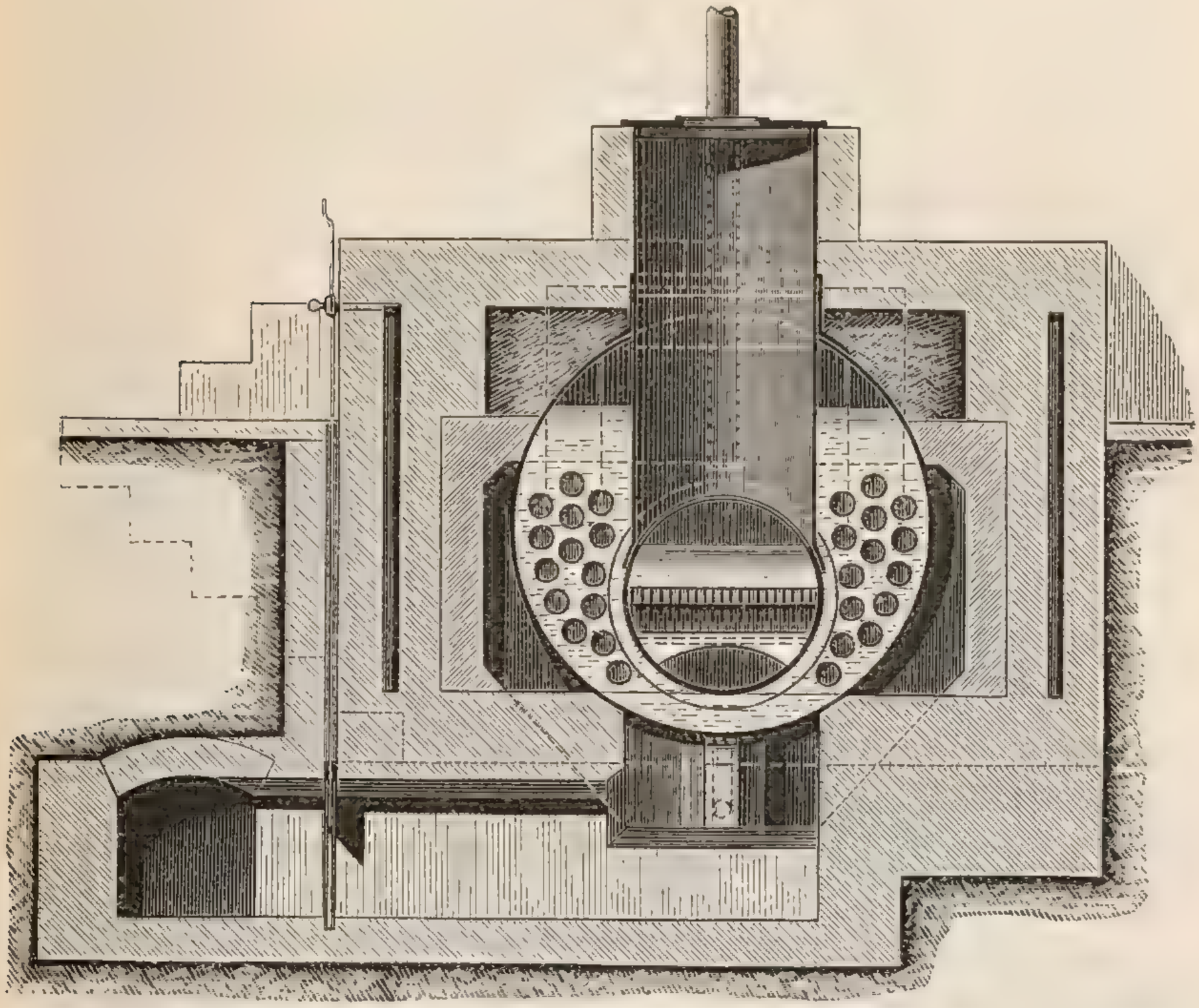


Fig. 3. Querschnitt des Heizkessels in der Schule Embelgasse.

Schlesien bezogen wird, verfeuert. Die Zubringung des Brennstoffes ist durch die Anbringung einer von der Kellersohle auf die Decke des Kesselmauerwerkes mit mäßiger Steigung führenden Rampe (Taf. I, Fig. 1) erleichtert. Die Kessel liegen mit dem größten Theil ihrer Höhe unter der Kellersohle, was wegen der Tieflage des höchsten Grundwasserstandes zulässig war und gestattete, die Rückleitungen des Condenswassers mit ansehnlichem Gefälle zu verlegen.

Aus dem Wasserraume jedes Kessels ist ein offenes Standrohr von 100 *mm* lichter Weite, 5 *m* hoch geführt; durch dasselbe wird bei eintretendem Steigen der Dampfspannung über 0·5 Atmosphären Ueberdruck der Kessel theilweise entleert. Durch die unterhalb der Kellerdecke miteinander verbundenen Standrohre fließt bei einem solchen, nur bei grober Fahrlässigkeit des Heizers möglichen Vorkommnisse das herausgeschleuderte Wasser durch ein Ableitungsrohr in den Hauscanal. (Das im oberen Theile gemeinsame Standrohr ist in Tafel I bis zu seinem oberen Ende sichtbar, hingegen ist das Ableitungsrohr sammt dessen Siphon nicht eingezeichnet.)

Jeder der beiden Kessel kann für sich allein in Betrieb genommen werden, wobei der unbenützte Kessel sowohl mit seinem Dampfraume vermittelst der Standrohre, als auch mit seinem Wasserraume durch die Rückleitung in freier Verbindung mit dem beheizten Kessel ist.

Bei jedem Kessel ist eine besondere Zugregelung nach dem Patente der obengenannten Actiengesellschaft angebracht, welche aus je zwei „Drehschwimmer-Regulatoren“ besteht. (Fig. 4). Dieselben sind mit dem betreffenden Standrohre durch von demselben abgezweigte Rohre oben und unten in Verbindung. In dem in diese Rohre eingeschalteten gusseisernen Gehäuse befindet sich der Drehschwimmer, an dessen mittelst Stopfbüchsen gedichteter Welle ein äußerer, zweiarmiger Hebel aufgekeilt ist. Letzterer trägt einerseits ein Gegengewicht, andererseits an einer Drahtschnur die Teller eines Luftventiles. Der Drehschwimmer ist ein geschlossener, an der oberen Seite ebener Halbcylinder aus Kupferblech, und befindet sich bei geringem Dampfdrucke in fast wagrechter Stellung.

Bei einem Dampfüberdrucke von 0·13 Atmosphären wird der ober der Kesselbrust angebrachte, die Zufuhr der Verbrennungsluft regelnde Drehschwimmer durch das ihn nun erreichende Kesselwasser zu heben, oder da dies wegen der Stopfbüchsenachse nicht möglich ist, zu drehen gesucht. Die Drehung kann nur nach einer Richtung, und zwar in jener des Uhrzeigers erfolgen, da eine Drehung nach der anderen Seite durch einen an der Innenseite des Gehäuses (rechts)

angebrachten Halt verhindert wird. Hiedurch wird das Ventil gesenkt und es gelangt weniger Luft zu dem Brennstoffe; die Lebhaftigkeit der Verbrennung wird also allmälich ver-

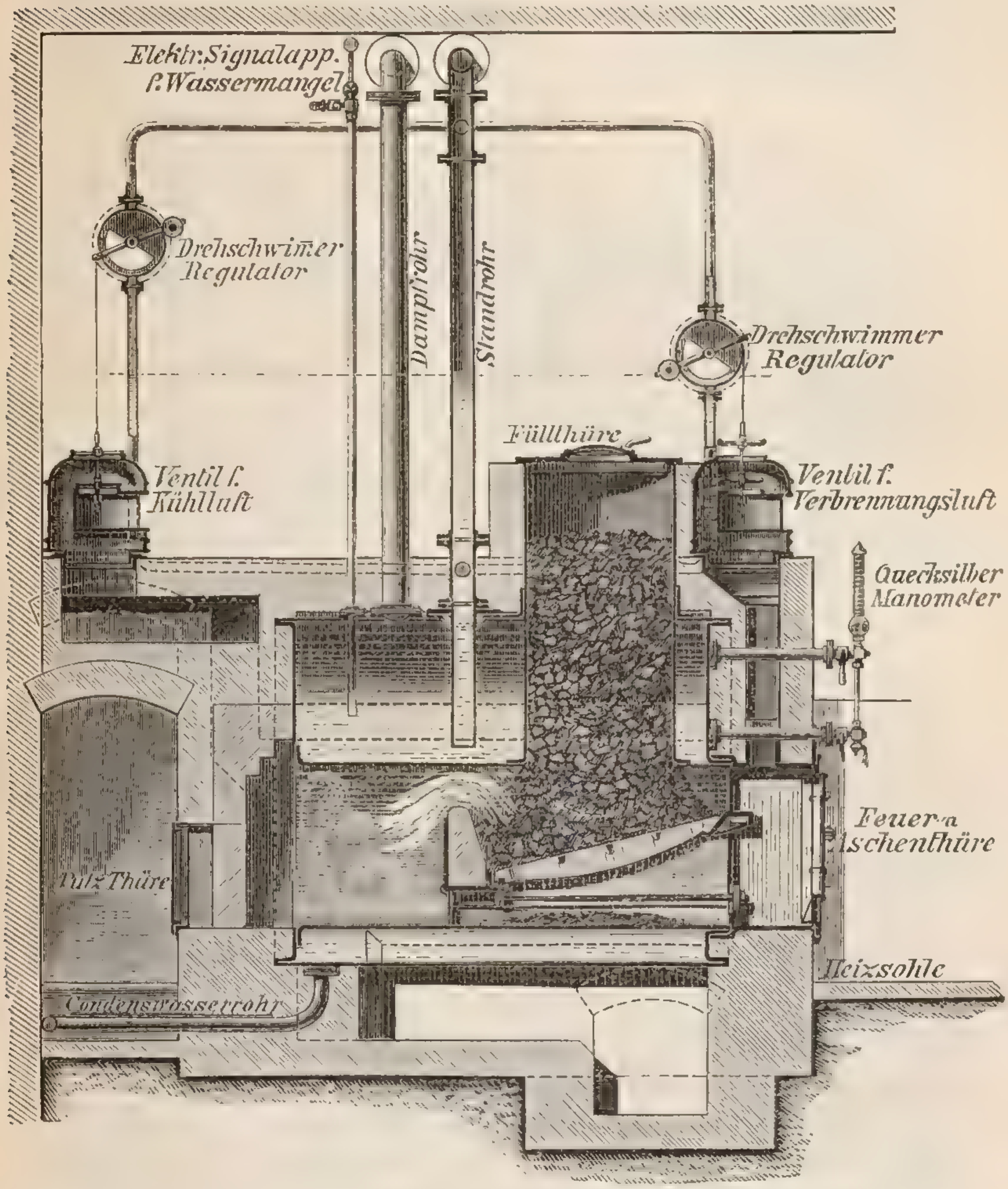


Fig. 4. Längsschnitt des Heizkessels in der Schule Embelgasse.

mindert. Steigt der Dampfdruck trotzdem weiter, so wird der Luftzutritt völlig unterdrückt und es wird der rückwärtige, höher gelegene Drehschwimmer wirksam; derselbe hebt ein Tellerventil, wodurch die Luft des Kesselhauses Zu-

tritt in die Rauchwege erlangt und durch ihre verhältnismäßige Kälte die Zuggeschwindigkeit herabsetzt. Durch die beiden Zugregler wird der Dampfüberdruck in der Regel innerhalb der Grenzen von 0·13 bis 0·175 Atmosphären erhalten. Die Zugregelung kann übrigens für beide Kessel gemeinsam ausgeführt, das zweite Drehschwimmerpaar also erspart werden.

Vorsichtshalber ist außerdem eine elektrische Warnvorrichtung angebracht, welche bei einer Dampfspannung über 0·2 Atmosphären oder bei einem Sinken des Kesselwasserstandes bis zum obersten der engen Flammrohre ein Läutwerk in Bewegung setzt.

Die jeweilige Dampfspannung jedes Kessels ist an einem, dem Birnbarometer ähnlichen Quecksilbermanometer ablesbar, welches wegen seiner größeren Verlässlichkeit und Genauigkeit dem bei höherem Dampfdruck üblichen Bourdon'schen Federmanometer entschieden vorzuziehen ist. Selbstverständlich ist auch ein Wasserstandsglas sammt drei Hähnen bei jedem Kessel angebracht.

Aus den Kesseln gelangt der Dampf durch im Gefälle gelegte, mit eingeschalteter Ausdehnungsvorrichtung versehene Leitungen zu den Wärmeabgebern der Heizkammern, deren (Taf. I, Fig. 2) acht vorhanden sind. Drei Heizkammern (Nr. I, II, III) bedienen die Lehrzimmer und Zeichensäle, eine die Turnräume, je zwei die Aborte und Treppenhäuser. Um eine übermäßige Erwärmung des Fußbodens ober der Heizkammer zu verhüten, ist noch eine besondere, flach gewölbte Decke (Fig. 6, S. 43) angebracht; diese Decke wurde bei anderen Ausführungen mit Vortheil aus 7 *cm* starken Gipsdielen gebildet.

Die Abortheizkammern erhielten eigene Frischluftcanäle und Luftmunde, was von Wichtigkeit ist, da eine rückläufige Bewegung der Luft in einzelnen Zuluftschläuchen, namentlich in den Jahreszeiten, in welchen nicht geheizt wird, sowie auch bei dem über Nacht unterbrochenen Betriebe möglich ist. Bei für die Lehrräume und Aborte gemeinsamen Frischluftwegen könnte die Abortluft in die Lehrzimmer eindringen.

Die Heizkammern der Lehrzimmer haben untereinander verbundene, zum Theil unter den Kellergängen gelegene, durchaus schliessbare Frischluftzuführungen, in welche zur Staubabscheidung größere Kammern eingeschaltet sind; die Außenluft wird bei zwei großen, an der Hofseite vorgebauten Luftmunden entnommen. Für die Turnsäle-Heizkammer

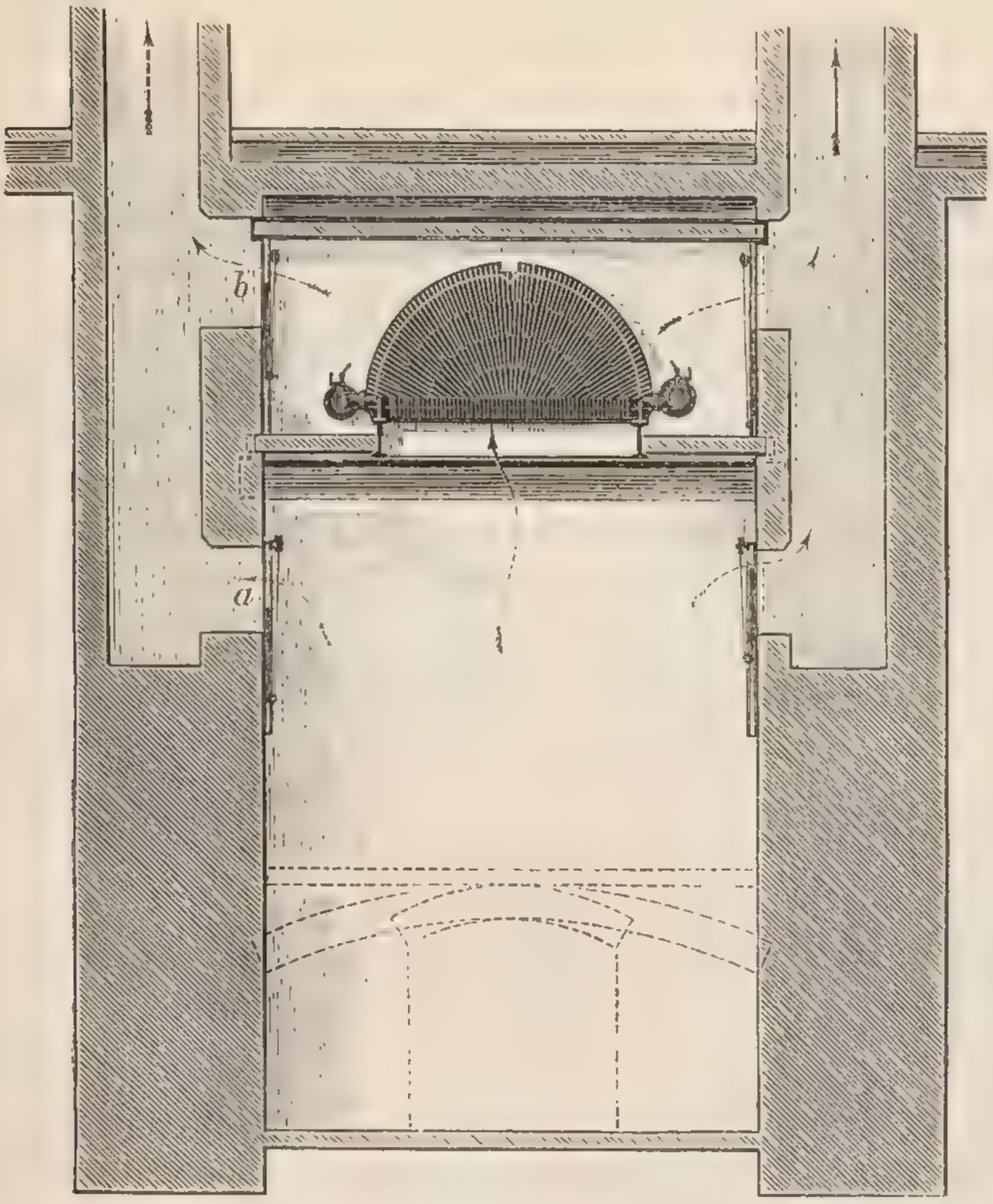


Fig. 5. Querschnitt einer Heizkammer der Schule Embelgasse.

wurden wegen örtlicher Verhältnisse gesonderte Frischluftwege hergestellt.

Die in den Heizkammern befindlichen Wärmeabgeber haben bei dieser Ausführung die aus Fig. 5 und 6 ersichtliche Fächerform und sind eine dem leitenden Ingenieur der Firma, Herrn Zelle, patentirte Erfindung. Es sind flache, mit zahlreichen radial gestellten Rippen versehene Hohl-

körper aus Gusseisen, in welche der Dampf durch die an den beiden unteren Enden angebrachten Rohre zuströmt und welche an ihrem höchsten Punkte einen selbstthätig wirksamen Entlüfter haben. Das Gewicht von 1 m^2 Heizfläche dieser sogenannten Segmentheizkörper, welche in dem Schulhause Embelgasse zusammen 770 m^2 Heizfläche besitzen, stellt sich auf etwa 20 *kg*. Das durch die Wärmeabgabe sich bildende Wasser fließt zunächst in das eine der seitlichen Rohre und weiters durch die Condens- oder Rückleitung in die Kessel. (Taf. I, Fig. 2.)

Jede Heizkammer, mit Ausnahme derjenigen für die Treppenhäuser, steht durch unter den Wärmeabgebern angeordnete Oeffnungen mit dem Frischluftraume in Verbindung; die an den Wärmeabgebern erwärmte Luft steigt bei *b*, Fig. 5, in den betreffenden Zuluftschlauch, welcher nur für ein Lehrzimmer dient, und gelangt in Letzterem mit + 40° C. zur Ausströmung. Der Querschnitt jedes Zuluftschlauches ist durch einen Schuber zu verkleinern, welcher entsprechend dem nach den anemometrischen und Temperatur-Beobachtungen ermittelten Erfordernis außerhalb der Heizkammer bei *e*, Fig. 6, stellbar ist. Die richtige Schuberstellung wird angezeichnet und dauernd belassen. Nur bei andauernder Nichtbenützung einzelner Räume sind diese Schuber zu schließen. Zur Regelung der Wärmezufuhr je nach dem augenblicklichen Bedarfe der verschiedenen Zimmer gehören die Mischschuber (*a*, Fig. 5), durch deren theilweises oder völliges Oeffnen kalte Luft aus dem Frischluftraume unter der Heizkammer in den Zuluftschlauch angesaugt wird, welche sich mit der warmen, aus der Heizkammer bezogenen Luft vermengt. Es ist vermittelst der Stellvorrichtungen *f*, Fig. 6, dem Heizer bequem möglich, Luft von dem gerade nothwendigen Wärmegrade in die einzelnen Räume zu senden. Die Ausmündung des Zuluftschlauches im Lehrzimmer ist nicht verschließbar. Von dem begehbaren Raume unter der Heizkammer können diese, sowie die Wärmeabgeber vom Staube gereinigt werden.

Die Luftbefeuchtung wird mittelst Dampf bewirkt, welcher aus mit Hähnen verschließbaren Oeffnungen der erwähnten seitlichen Rohre in die Heizkammer einströmt. Diese

Hähne sind durch eine außerhalb der Heizkammer angebrachte Stellvorrichtung (*c*, Fig. 6) zu handhaben. Bei einem Speisewasser, welches größere Mengen von Kesselstein absetzt, würde übrigens auf diese allerdings ausgiebige und bequeme Luftbefeuchtungs-Einrichtung, welche aber eine häufigere Nachfüllung der Kessel bedingt, verzichtet werden müssen.

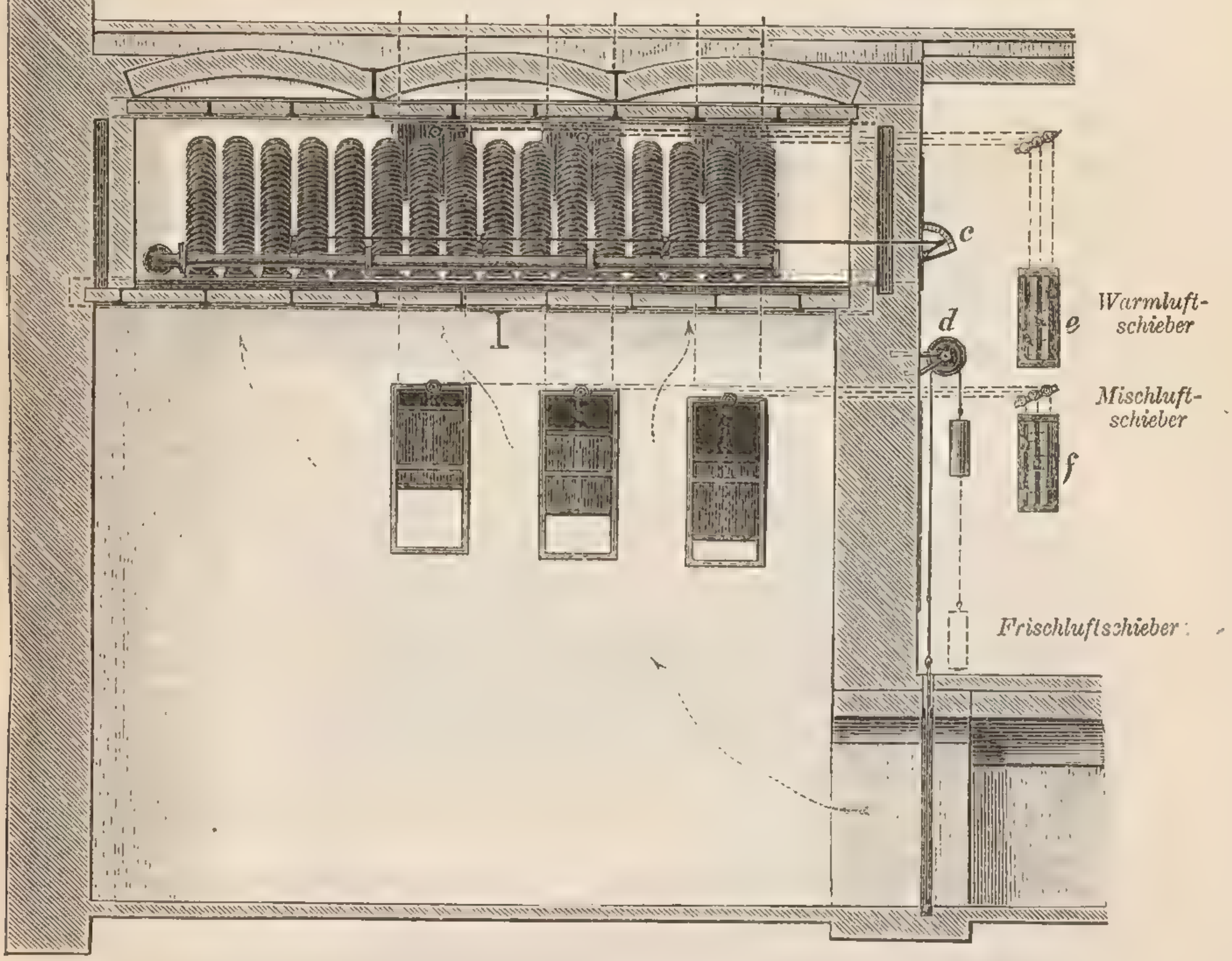


Fig. 6. Längsschnitt einer Heizkammer der Schule Embelgasse.

Um den Heizer in einfacher Weise von dem Wärmegrade der Luft der einzelnen Räume in Kenntnis zu setzen, wurden auch in diesem Schulhause Grenz-Thermometer eingerichtet, welche in Wiener Schulen zuerst 1881 angewendet worden sind und sich seither vielfach eingebürgert und gut bewährt haben. In jedem Lehrzimmer ist an einer Stelle, an welcher die mittlere Lufttemperatur zu erwarten

ist, ein Thermometerpaar angebracht. In die Quecksilberkugeln der Thermometer münden die Enden eines gespaltenen Drahtes, dessen anderes Ende mit dem einen Pole einer im Keller angebrachten elektrischen Batterie verbunden ist. Platinspitzen ragen in die Glasröhren der zwei Thermometer und zwar bei dem einen derselben bei + 16, bei dem anderen bei + 19° C. Von jeder Platinspitze führt eine Drahtleitung zu dem Umschalter im Keller, dessen Mittelstück mit dem Läutewerk und dem anderen Batteriepole verbunden ist. Der Umschalter hat ebensoviele Zeilen als Thermometerpaare bestehen; die Zeilen sind mit den Nummern des Lehrzimmers und der Heizkammer beschrieben und besitzen je zwei Löcher, in welche ein metallischer Stöpsel eingesetzt werden kann. Herrscht im Lehrzimmer eine Temperatur von 18°, so ist in dem einen Thermometer die Platinspitze von Quecksilber umgeben, während im anderen Thermometer die Spitze von der Flüssigkeitssäule noch nicht erreicht wird. Wird der Stöpsel nacheinander in die beiden entsprechenden Löcher des Umschalters gesteckt, so ist der Strom in dem einen Falle geschlossen, die Glocke läutet also; in dem anderen Falle jedoch nicht.

Der Heizer erfährt hierdurch bequem und rasch — in zwei Minuten für sämmtliche Räume — in welchen Zimmern die Temperatur unter 16° (kein Läuten), zwischen 16 und 19° (einseitiges Läuten) oder über 19° C. (beiderseits Geläute), also ob selbe zu niedrig, innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen, oder zu hoch ist. Er erhält hiermit einen für das praktische Bedürfnis erfahrungsgemäß ausreichenden Anhaltspunkt für die Stellung der Mischschuber und die Bedienung des Feuers. Diese Einrichtung hat sich als dauerhaft bewiesen und bedingt nur mäßige Anlagekosten (durchschnittlich 12 fl. oder 20 Mark für ein Lehrzimmer). Durch Anordnung eines dritten Thermometers (Contact bei 17·5°) würde selbe soweit vervollkommnet, daß sie den Wettstreit mit allen den bestehenden, jedoch ungleich theureren und für den Heizer zu schwierig zu handhabenden Fernthermometern aufnehmen kann. Es ist richtig, daß der Heizer während des Anheizens durch die Grenzthermometer nicht die vorhandenen Wärme-

grade erfährt; zu dieser Zeit hat derselbe aber ohnedies die Lehrräume zu begehen, um sich von der richtigen Stellung der Abfuhrverschlüsse zu überzeugen.

Die Firma B. & E. Körting, Wien, verwendet zur Dampferzeugung liegende Röhrenkessel mit vorgelagerter Füllschachtfeuerung (*FP* in Fig. 7) nach Patent Donneley. Die rechteckige Feuerstelle ist hiebei von stehenden Siede-

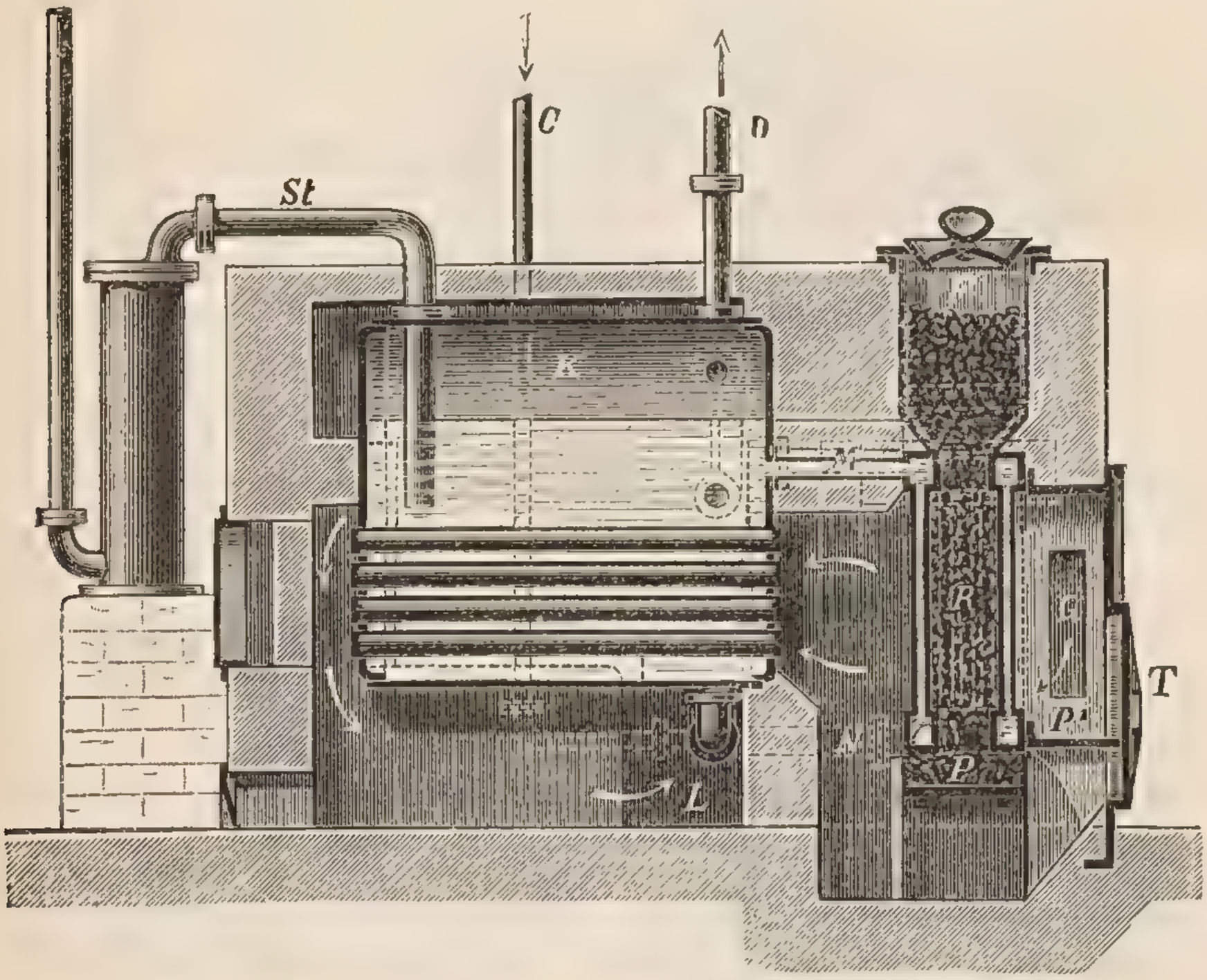


Fig. 7. Längsschnitt des Körting'schen Heizkessels mit Füllschachtfeuerung, Patent Donneley.

rohren begrenzt, welche oben und unten in gußeiserne Ringe von rechteckigem Querschnitte münden. Der obere dieser Ringkästen ist durch das Rohr *M* mit dem Wasserraume des Kessels, der untere durch Rohr *N* mit dem Rücklaufe (bei *L*) und dadurch mittelbar mit dem Kessel verbunden. Der Brennstoff, nämlich Kohle bei Ausführungen in hiesigen Schulen, wird in den Füllschacht eingeschüttet und sodann der gut schließende Deckel *F* aufgelegt. Das Anzünden erfolgt von

unten durch die Feuerthür *T*, welche blos gelegentlich des nur in größeren Zwischenräumen erforderlichen Schürens und des Wegschiebens der bei der allmälichen Verbrennung sich ergebenden Asche von der wagrechten Platte *P* in den darunter befindlichen Aschenfall zu öffnen ist. Der Brennstoff rutscht entsprechend seinem Abbrennen durch sein eigenes Gewicht nach. Die zur Verbrennung erforderliche Luft kann nur durch den gemauerten Canal *G* zur Feuerstelle gelangen und durchstreicht den Brennstoff. Die Verbrennungsgase ziehen durch die liegenden engen Flammrohre des Kessels, umspülen dann sich theilend zunächst die Außenseiten der unteren und nach einer Richtungsänderung jene der oberen Kesselhälfte, um zum Fuchs zu gelangen. (In der Figur nicht sichtbar.)

In den Stehrohren der Donneley-Feuerung ergiebt sich in Folge der großen Erhitzung eine lebhafte Wasserbewegung, bei welcher das heißeste Wasser durch die obere Verbindung *M* zum Kessel fließt, während bei *N* verhältnismäßig kühles Wasser aus dem Rücklaufrohre in die Stehrohre, dieselben abkühlend und dadurch vor Verbrennung schützend, gelangt.

Aus dem Dampfraume wird der Dampf durch *D* zu den Heizkammern geleitet. *CL* bezeichnet die Condenswasserleitung; *St* den Anfang des Standrohres, welches zunächst zu einem cylindrischen Gefäße führt, dessen Wasserinhalt größer als jener des von demselben $5m$ nach aufwärts steigenden, eigentlichen Standrohres ist. Hiedurch wird bezweckt, in letzterem kühles, also schwereres Wasser zu erhalten, während in Standrohren, welche vom Kessel unmittelbar hoch geführt sind, heißes und mit Dampfbläschen gemengtes Wasser eintritt.

Der von der Firma B. & E. Körting in neuerer Zeit verwendete Zugregler ist in Fig. 8 im Längsschnitte, in Fig. 9 (S. 48) in der Ansicht dargestellt. Der Schwimmer *S* (Fig. 8) wird hierbei vom Quecksilber getragen, welches in den Gefäßen *Q* und Q_1 und den darunter befindlichen Rohren enthalten ist. Auf den Quecksilberspiegel wirkt vermittelst des mit dem Dampf-

raume des Kessels verbundenen Rohres *D* der Dampfdruck, bei dessen Steigen *S* gehoben wird, wobei das durch einen zweiarmigen Hebel damit verbundene Ventil *V* sich senkt,

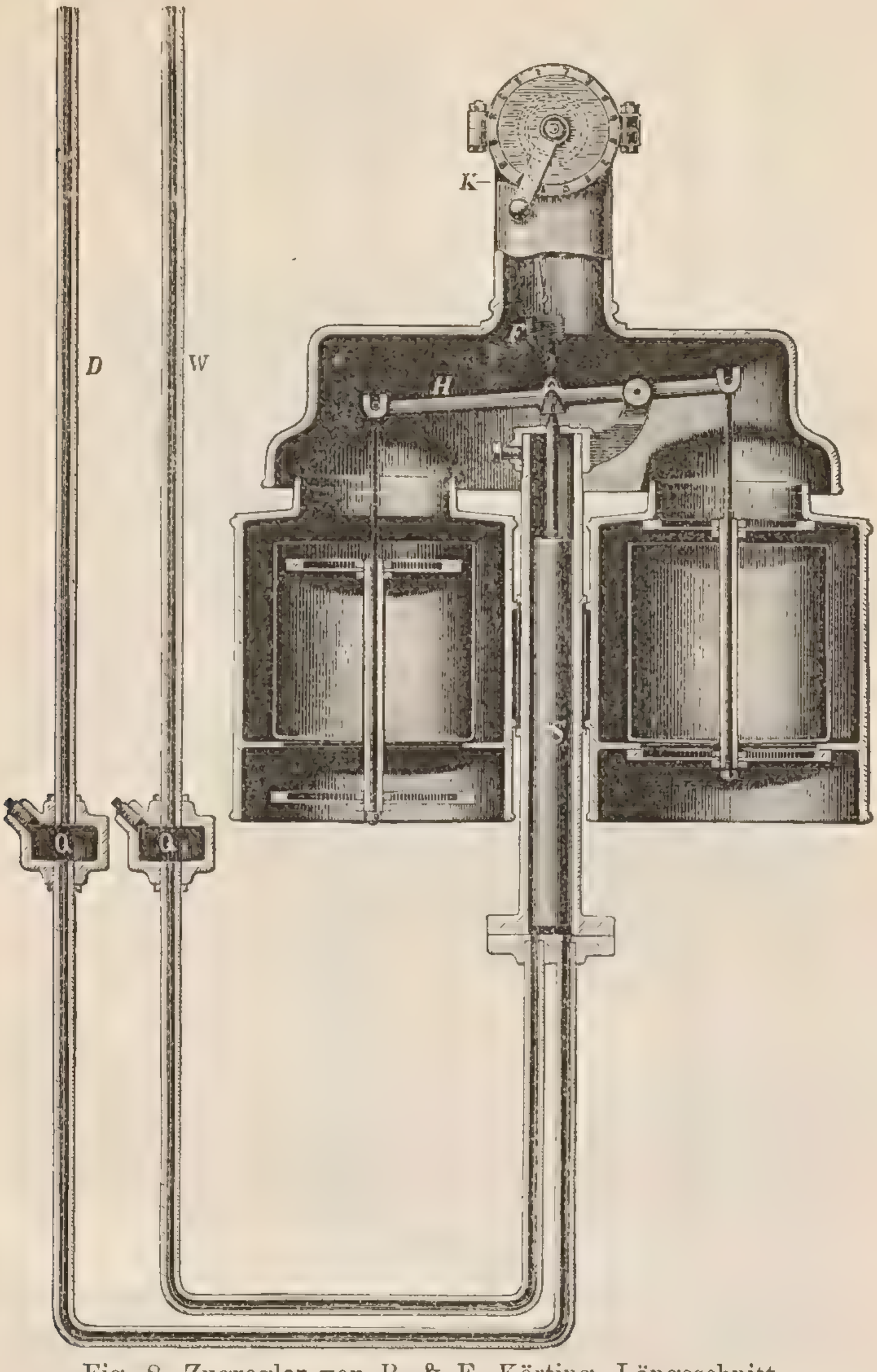


Fig. 8. Zugregler von B. & E. Körting, Längsschnitt.

während das am selben Hebelraum wie *S* befindliche zweite Ventil V_1 gehoben wird. Durch ersteres Ventil wird die Menge der Verbrennungsluft vermindert; durch V_1

wird kalte Luft in den Schornstein eingelassen. Durch beide Maßregeln sinkt die Dampfspannung und damit auch der

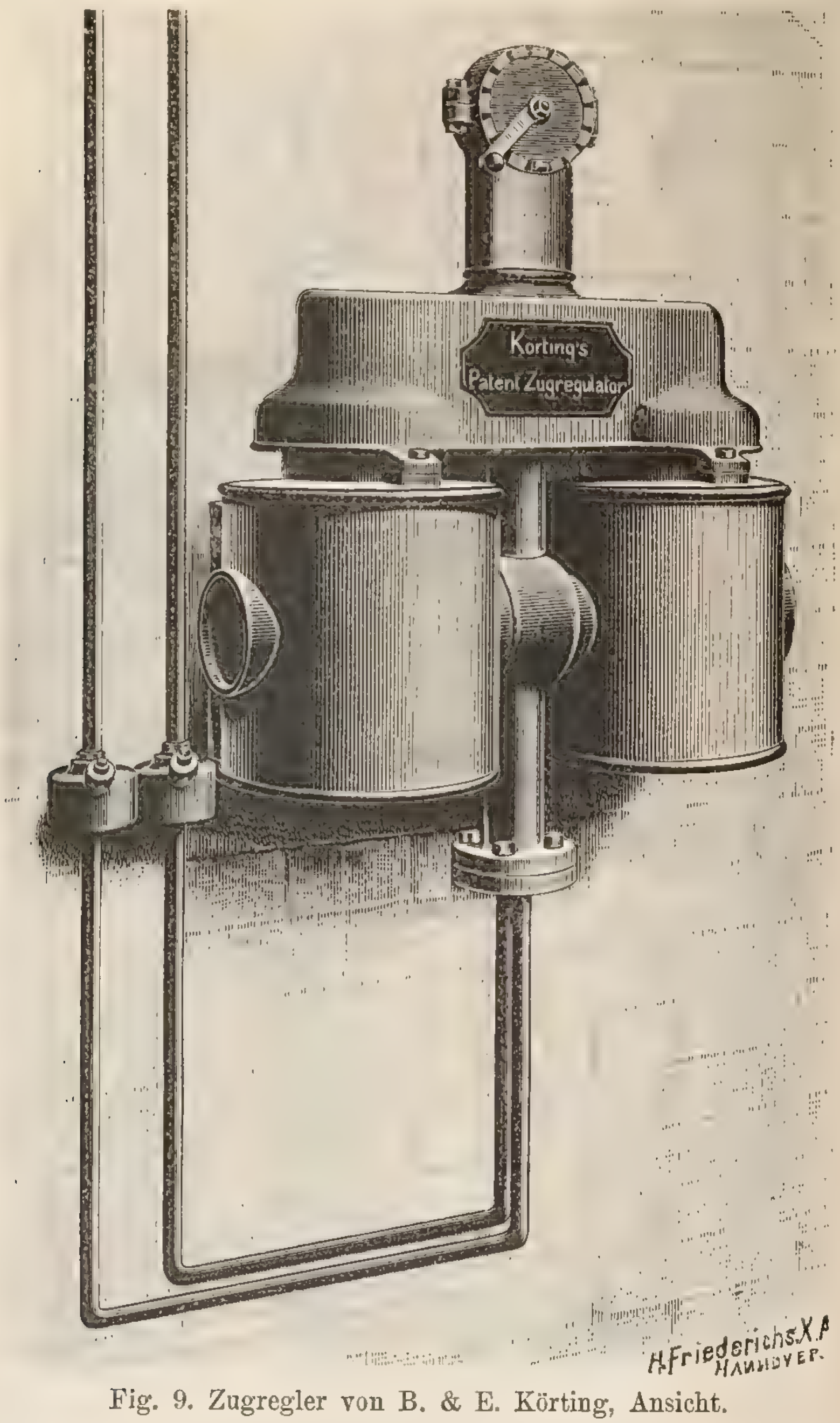


Fig. 9. Zugregler von B. & E. Körting, Ansicht.

Schwimmer und es beginnt das umgekehrte Spiel. Durch die Kurbel K kann die Spiralfeder F mehr oder minder gespannt,

also ein verschiedener Druck auf den Hebel *H* ausgeübt werden.

Je nach der Witterung kann daher ein größerer oder kleinerer Betriebsdruck und zwar innerhalb 0·3 bis 0·05 Atmosphären Ueberdruck in Anwendung kommen. Der Zugregler sorgt übrigens auch für den Ausnahmsfall eines Ueberkochens und Auswerfens des Kesselwassers aus dem Standrohre vor. In einem solchen Falle sinkt die Dampfspannung, es würde also durch *V* das Feuer angefacht werden. Es tritt hier das Gefäß Q_1 in Wirksamkeit, welches vermittelst des Rohres *W* mit dem oberen Theil des Standrohres in Verbindung steht und sich mit Wasser füllt; durch dessen Druck auf das Quecksilber in Q_1 wird der Schwimmer *S* gehoben und dadurch *V* geschlossen und V_1 geöffnet.

Solange die Heizthür (*T*, Fig. 7) offen steht, kann von einer Zugregelung nicht die Rede sein; da aber hierbei auch eine große Menge kalter Luft durch den unteren Theil dieser Thür unter der Platte P^1 in den Aschenfall und damit in die Feuerzüge eindringt, steigert sich der Dampfdruck auch bei dem Schüren, das übrigens rasch vorzunehmen ist, nicht in erheblichem Maße.

Seitens des Etablissements für gesundheitstechnische Anlagen, Novelly & Co. in Wien, wurde ein älteres, nämlich 1869 erbautes Schulhaus, VI. Stumpergasse, im Jahre 1891 mit einer Niederdruckdampf-Luftheizung ausgestattet, welche 17 Lehrzimmer, 1 Turnsaal und 1 Ankleideraum mit zusammen 4230 m^3 Inhalt gut erwärmt und reichlich lüftet. Die Lehrzimmergröße schwankt hier zwischen 206 und 278 m^3.

Bei dieser Anlage sind zwei nebeneinander befindliche Röhrenkessel (Taf. II, Fig. 1 und 2) von 1·0 *m* Durchmesser und 1·5 *m* Länge und einer feuerbespülten Heizfläche von je 13·5 m^2 angewendet. Die eingewalzten, geschweißten Flammrohre haben 70 *mm* Lichtweite. Die vorgebauten Schüttfeuerungen bestehen aus zweitheiligen Treppenrosten in Verbindung mit kurzen Planrosten, welch' letztere die bequeme

Abführung der Asche ermöglichen, und sind ebenso wie der darüber befindliche Füllschacht aus feuerfestem Mauerwerke hergestellt. Oben ist der Füllschacht durch einen gußeisernen, seitlich drehbaren Deckel verschlossen, welcher jedoch mit kleinen Schlitzen versehen ist; durch dieselben wird Luft angesaugt und eine Abwärtsbewegung der im Füllschachte sich bildenden Gase zur Verbrennungsstelle veranlasst. Es wird hier dieselbe Kohle, wie in der Schule Embelgasse, und zwar sowohl Nuss- als auch Grieskohle verfeuert. Anzünden und Schüren erfolgen bei der aufgeschliffenen und mittelst Hebelfalle an die Heizbrust angepressten Feuerthür.

Die Kessel liefern auch den Dampf für die in den sechs Abortgruppen, den ebenerdigen Gängen, endlich auch in einem ebenerdigen Lehrzimmer, welches seiner ungünstigen Lage wegen nicht in die Luftheizung einbezogen werden konnte, angebrachten Wärmeabgeber. Diese mit Niederdruck-Dampfheizung versorgten Räume haben 1018 m^3 und einschließlich der beiden Treppenhäuser und der übrigen Gänge 2174 m^3 Inhalt. Die stündliche Abkühlung bei — 20° berechnet sich für alle Räume zusammen mit 94.448 *WE.*

Die Luftheizanlage besitzt drei Heizkammern, welche durch einen Canal von 3·0 m^2 Querschnitt mit frischer Luft versehen werden. Die Zufuhr der Außenluft zu den in den Aborten und in dem einen Lehrzimmer in den Fensterbrüstungen aufgestellten Wärmeabgebern erfolgt durch unmittelbar aus dem Freien führende Maueröffnungen, die mittelst von der Vorderseite der die Heizkörper umschließenden Vorsetzer stellbaren Schubern verschließbar sind. Die Wärmeabgeber in den ebenerdigen Gängen wurden aus früher angegebenen Gründen nicht mit Luftzufuhr versehen.

Der selbstthätige Zugregler (Taf. II, Fig. 1 und 6) ist für beide Kessel gemeinsam und erhält in denselben eine Betriebsspannung von 0·25 bis 0·30 Atmosphären Ueberdruck. Er besteht aus einer geschlossenen Blechbüchse von 0·50 m Höhe, welche mittelst zweier zweiarmiger Hebel an einer Säule aufgehängt ist. An dem zweiten Arme des unteren dieser Hebel hängen drei Ventilscheiben ober der Mündung des die Verbrennungsluft unter den Rost bringenden Canales.

Von diesen Ventilscheiben sind die beiden äußeren ringförmig, die innere kreisförmig; alle drei Scheiben zusammen verschließen die Mündungsöffnung vollständig. Die Büchse ist nächst ihrem Boden mit einem $2{\cdot}5\,m$ darüber befindlichen Wasserbehälter durch ein Rohr, an welches um eine Veränderung der Höhenlage der Büchse zu gestatten, eine Kautschukröhre angesetzt ist und an ihrer Decke durch ein gleichfalls biegsames Rohr mit der für beide Kessel gemeinsamen Hauptdampfleitung verbunden. Der erwähnte Wasserbehälter besitzt ein in den Wasserraum der Kessel führendes Ueberlaufrohr. Wenn die Dampfspannung über 0·25 Atmosphären Ueberdruck zu steigen beginnt, so verdrängt der Dampf einen Theil des Wassers aus der Büchse, diese wird leichter, hebt sich in Folge dessen und es verlegt zunächst die äußerste Ventilscheibe den Querschnitt des Verbrennungsluftcanales; bei weiter steigender Dampfspannung (bis zu 0·3 Atmospären) wird derselbe völlig geschlossen. Es kann dann nur mehr durch die Schlitze des Füllschachtdeckels eine geringe Luftmenge zum Brennstoff gelangen. Erhöht sich die Dampfspannung noch weiter bis auf 0·35 Atmosphären, so wird durch eine vermittelst des oberen Hebels sich öffnende Klappe den Kesselwandungen kalte Luft durch einen an der Rückseite des Kessels ausmündenden Canal zugeführt, was den Dampfdruck in ausgiebiger Weise vermindert.

Auch bei dieser Anlage ist jeder der beiden, miteinander in stets freier Verbindung stehenden Kessel allein beheizbar. Nur bei allfälligen Ausbesserungen eines Kessels wird derselbe durch Schließen der in der Dampf- und in der Rückleitung angebrachten, für gewöhnlich versiegelten Hauptabsperrventile ausgeschaltet. Mit dem Rücklaufrohre ist bei dieser Anlage das für beide Kessel gemeinsame, vorschriftsmäßige Standrohr verbunden.

Als Wärmeabgeber in den Heizkammern (Taf. II, Fig. 3, 4 u. 5) sind gußeiserne Rohre von 70 *mm* lichter Weite und $2{\cdot}0\,m$ Länge verwendet, welche scheibenförmige Rippen besitzen. Diese Rohre, deren Heizfläche insgesammt 400 m^2 beträgt, sind untereinander mittelst mit Asbest gedichteten Flanschen und gusseisernen Formstücken in jeder der drei

Heizkammern zu drei Einzelnsystemen verbunden, welche durch von außerhalb der Heizkammer zugängliche Ventile ausgeschaltet werden können. Hierdurch kann die Größe der wirksamen Heizfläche in recht zweckmäßiger Weise dem äußeren Wärmegrade angepasst werden. Jedes System besitzt an seinem obersten Punkte eine selbstthätig wirksame Entlüftungseinrichtung.

Wegen der zu Gebote stehenden nur geringen Höhe konnten in den Heizkammern keine besonderen flachen Decken eingezogen werden; in den obersten Theilen der Heizkammern, deren Gewölbe noch dazu abgesetzt sind, sammelt sich daher nutzloser Weise warme Luft an. Uebrigens liegen die Heizkammern unterhalb der an die Hauseingänge anstoßenden Gangtheile; die Fussbodenerwärmung ist also nicht nachtheilig. Selbstverständlich soll die warme Luft bei unmittelbar unter der ebenen Decke der Heizkammer angebrachten Mündungen (wie in Fig. 5, S. 41) entnommen werden. Die Heizkammer selbst ist bekriechbar; es können daher die Wärmeabgeber vom Staube leicht gereinigt werden. Die Mündung der unteren Fortsetzung jedes Zuluftschlauches in den Frischluftweg hat einen geringeren Querschnitt als der Zuluftschlauch selbst, wodurch die Zumischung einer zu grossen Menge kalter Luft vermieden wird. Abweichend von der Anordnung in der Schule Embelgasse sind die an den Mündungen der Zuluftschläuche in der Heizkammer angebrachten Schuber nur bei Bekriechen der Letzteren verstellbar, wodurch es dem Heizer absichtlich schwierig gemacht ist, dieselben aus der einmal ermittelten richtigen Stellung zu verrücken. Anstatt durch Schuber erfolgt die Luftmischung mittelst Wechselklappen (Taf. II, Fig. 3), welche ausserhalb der Heizkammer zu stellen sind.

Die Luftbefeuchtung wird durch Verdunstungsgefäße mit dem Wasserstandsglase bewirkt; in jeder Heizkammer sind deren zwei mit je 60 *l* Inhalt angebracht. Die Füllung geschieht mittelst einer kleinen Handpumpe, welche in ein tragbares Wassergefäß eintaucht. Die unmittelbare Verbindung mit der nahen Hauswasserleitung wurde vermieden, weil selbe bei Unachtsamkeit des Heizers zu Durchnässungen des Gemäuers führen kann.

Die (nicht im Keller, sondern in den Geschoßen befindlichen) Wärmeabgeber der Niederdruck-Dampfheizung sind gußeiserne Rippenheizglieder mit Dampfeintrittsventil im Sockel und selbstthätigem Entlüfter. Um zu verhüten, daß dieselben von den Kindern zufälliger Weise berührt werden, sind einfache, hölzerne Vorsetzer ohne die sonst üblichen Gitter angebracht. Selbe bestehen aus zwei vollen Stirnwänden, einem Deckbrette und einer Vorderwand, welch' letztere blos den Heizkörper selbst verdeckt, jedoch erst 0·15 *m* ober dem Fußboden beginnt und mit dem oberen Rande um dasselbe Maß von dem Deckbrette absteht; die untere 0·15 *m* hohe Spalte bleibt bei den Wärmeabgebern ohne Luftzuführung (Gänge) offen, und ist bei jenen in den Aborten mit einem aufklappbaren Brette mit Sperre verschlossen; hiedurch ist eine bequeme Reinigung des Heizkörpers und dessen Sockels ermöglicht. Im Grunde genommen könnte mit Rücksicht auf den im Vergleiche zu eisernen Oefen geringen Wärmegrad dieser Heizflächen von den Vorsetzern in der Regel abgesehen werden. Eine Ausnahme bilden jene in den Aborten für Knaben, wo auch die absichtliche Verunreinigung verhindert werden muß.

Ich habe bisher über die Geldfrage, die so manchen trefflichen hygienischen Gedanken eingesargt hat, geschwiegen und muß ihr schließlich näher rücken. Leider kann ich in Ziffern nur die Anlagekosten, und zwar blos der maschinellen Einrichtung ohne Maurerarbeit für verschiedene neue und gute Heizeinrichtungen bieten. Es ist aus amtlichen Quellen geschöpftes Material, dessen Veröffentlichung mir gütigst gestattet worden ist.

Neben den einmaligen Kosten der ursprünglichen Anlage und den Kosten der Erhaltung spielen die Brennstoff-Auslagen eine wichtige Rolle. Daneben kommt der Heizerlohn und endlich die Dauerhaftigkeit in finanziellen Betracht. Letztere kann als Amortisationsquote in Rechnung genommen werden, wenn man weiß, wie lange eine Jahr für Jahr ausgebesserte Heizeinrichtung

Die Herstellungskosten moderner

in verschiedenen Schul-

1	2	3	4
		Baukosten	
Post	Beschreibung des Gebäudes	des Schulhauses (ohne Möbel)	der Heiz- und Lüftungs-Anlage (ohne Maurerarbeit)
		Gulden	
	Niederdruck-Dampf-		
a	Dreifacher Tract mit drei Stockwerken; ebenerdiger Turnsaal als Hofseitentract..... (Bei der Heizanlage ist auf eine Erweiterung des dem Winde sehr ausgesetzten Gebäudes Rücksicht genommen.)	105.400	6.359
b	Dreifacher Tract mit drei Stockwerken; mit der Stirnseite angebauter, einstöckiger Turntract mit zwei Fronten	165.403	9.284
c	Anordnung wie bei Post *b*	154.988	8.003
d	Zwei $1^1/_2$fache Tracte mit je drei Stockwerken; durch Gänge untereinander und mit dem ebenerdigen, einfrontigen Turntract verbunden	94.475	6.211
e	Dreifacher Tract mit zwei Stockwerken; in Gärten freistehend ..... (Aborte und Gänge mit Niederdruck-Dampfheizung. Das Haus wurde 1868/70 erbaut, die Baukosten sind daher zu Vergleichen nicht verwendbar.)	67.847	5.827
	Niederdruck-.		
f	$1^1/_2$facher Tract mit drei Stockwerken an drei Gassen; einstöckiger Turntract, welcher die Baustelle begrenzt	185.031	11.903

Heiz- und Lüftungsanlagen

häusern der Stadt Wien.

5	6	7	8	9	10	11	12
Luftinhalt				Kosten der Heizungs- und Lüftungs-Anlage			
der Lehrräume	der heizbaren Gänge, Treppen und Aborte	Zusammen	Stündliche Abkühlung bei — 20° C.	für je 1000 *WE* der stündl. Abkühlung	für je 100 m^3 Luftinhaltes der Lehrräume	für je 100 m^3 des gesammten Luftinhaltes	ausgedrückt in per mille der gesammten Baukosten
				Spalte 4:8	Spalte 4:5	Spalte 4:7	Spalte 4:3
Cubikmeter			*WE*	Kreuzer			‰
L u f t h e i z u n g.							
4.319	1.781	6.100	80.805	79	147	104	60
7.739	3.233	10.972	140.925	66	120	85	56
8.300	2.274	10.574	159.592	50	97	78	52
4.113	2.229	6.342	115.420	54	151	98	66
4.791	1 613	6.404	94.448	62	121	91	—
D a m p f h e i z u n g.							
10.352	3.498	13.850	187.153	64	116	86	64

Fort-

1	2	3	4
Post	Beschreibung des Gebäudes.	Baukosten des Schulhauses (ohne Möbel)	Baukosten der Heiz- und Lüftungs-Anlage (ohne Maurerarbeit)
		Gulden	
	Feuer-		
g	Zwei dreifache Tracte mit je drei Stockwerken ..... (Aborte und Gänge nicht heizbar.)	127.537	4.270
c	Siehe oben Post *c*	154 988	5.649
d	Siehe oben Post *d*	94 475	3.329
f	Siehe oben Post *f*	185.031	6.720
h	Neu geschaffene Anlagen für Gruppen von Lehrräumen in älteren Schulhäusern ..... (Aborte und Gänge nicht heizbar.)	—	1.302
i		—	1.480
j		—	1.510
k	$1^1/_2$fache Tracte um einen Hof gruppirt, mit drei Stockwerken..... (Das Haus wurde 1876 erbaut, die Baukosten sind daher zu Vergleichen nicht verwendbar.)	108.160	2.689

dauert, will sagen, wann ein solcher Zustand eintritt, daß die Schäden nicht mehr oder nur mehr mit ganz unverhältnismäßigen Kosten behoben werden können, und es also besser sein wird, die Anlage gegen eine neue auszuwechseln.

Im Allgemeinen findet bezüglich der Heizanlagen in Wiener Schulen ein lebhafter Wettstreit der hiesigen Firmen statt, wodurch die Preise gedrückt werden. Die Angaben werden daher immerhin nur mit einem Aufschlage verwendet werden dürfen, obgleich es bei der Gemeinde Wien keineswegs üblich ist, das billigste Angebot anzunehmen, wenn es nicht zugleich sachlich durchaus entsprechend ist.

s e t z u n g.

5	6	7	8	9	10	11	12
Luftinhalt				Kosten der Heizungs- und Lüftungs-Anlage			
der Lehrräume	der heizbaren Gänge, Treppen und Aborte	Zusammen	Stündliche Abkühlung bei — 20° C.	für je 1000 *WE* der stündl. Abkühlung	für je 100 m^3 Luftinhaltes der Lehrräume	für je 100 m^3 des gesammten Luftinhaltes	ausgedrückt in per mille der gesammten Baukosten
				Spalte 4 : 8	Spalte 4 : 5	Spalte 4 : 7	Spalte 4 : 3
Cubikmeter			*WE*	Kreuzer			‰
l u f t h e i z u n g							
6.288	—	—	—	—	68	—	33
8.300	2.274	10.574	159.292	35	68	53	36
4.113	2.229	6.342	115.420	29	81	53	35
10.352	3.498	13.850	187.153	36	65	49	36
2.002	—	—	34.541	38	65	—	—
2.055	—	—	35.688	41	72	—	—
2.275	—	—	42.200	36	66	—	—
4.221	2.242	6.463	77.338	35	64	42	—

Die Einheitspreise habe ich in der umstehenden Tabelle zum Vergleiche bezogen :

1. Auf je 100 m^3 des gesammten Rauminhaltes der zu erwärmenden Räume, also der Lehrräume, Aborte, Gänge und Treppen;

2. auf je 100 m^3 der Lehrräume allein, mit Ausschluß der doch nur anzuwärmenden Aborte, Gänge und Treppen;

3. auf je 1000 *WE* der stündlichen Abkühlung bei — 20°, wobei ich bemerke, daß dies eine richtigere, aber nicht bequeme Vergleichsgrundlage bildet; endlich sind

4. behufs einer rohen, aber in vielen Fällen wünschenswerthen Anschätzung die Kosten der maschinellen Installation ausgedrückt in Permille der gesammten Kosten des Schulhausbaues ohne Möbel.

Da bei einigen Verdingungen von der Gemeinde Offerten für Heizanlagen verschiedener Systeme verlangt worden sind, war ich in der Lage, für dieselben Gebäude die Kosten der jeweilig besten Angebote zweier Systeme anführen zu können. (Vgl. Post *c*, *d*, *f* der Tabelle.)

Es erhellt, daß die maschinelle Installation, zu welcher die Kosten der Verschlußstücke in den Lehrzimmern, jene der Grenzthermometer oder anderweitiger Fernthermometer-Einrichtungen in keinem Falle eingerechnet sind, bei Feuerluftheizung am billigsten ist und für Niederdruck-Dampfheizung oder derartiger Dampfluftheizung etwa gleich hoch zu stehen kommt. Ich füge hinzu, daß bei Zugrundelegung gleicher Lüftungsverhältnisse die Anlagekosten einer Heißwasserheizung etwa in der Mitte liegen und daß diejenigen einer Warmwasserheizung am allerhöchsten sind. Bei beiden Heizarten ist übrigens eine ausgiebige Lufterneuerung schwer oder gar nicht zu erzielen (vgl. S. 25); selbe eignen sich daher kaum für Schulhäuser.

Die Kosten der Maurerarbeiten konnten deshalb nicht angeführt werden, weil es ungemein schwierig ist, zu sagen, was als Mauerwerk der Heiz- und Lüftungsanlage zu betrachten ist. Jedenfalls braucht die Feuerluftheizung, da bei dieser mehr Feuerstellen nothwendig sind, ungleich mehr an Mauerwerk, als die Niederdruckdampf-Luftheizung, so daß sich das Preisverhältnis zu Gunsten der letzteren Art verschiebt.

Ebenso kostet die Feuerluftheizung in der Erhaltung bedeutend mehr und ist auch eine wesentlich höhere Amortisationsquote anzusetzen. Die Caloriferen der Feuerluftheizung haben eine verhältnismäßig kurze Dauer, wohl eine kürzere, als der Kessel einer Niederdruckdampf-Luftheizung, bei welcher die Wärmeabgeber und die Rohrleitungen eine sehr lange Reihe von Jahren aushalten, umsomehr als nur sehr wenig neues Wasser in dieselben gebracht zu

werden braucht. Die Kessel erfordern aber nur einen Bruchtheil (etwa 25%) der Gesammtkosten der maschinellen Anlage; bei Feuerluftheizungen hingegen sind fast alle Bestandtheile der Einwirkung des Feuers und daher der Abnützung mehr oder minder ausgesetzt, so daß Ausbesserungen oder Auswechslungen bei dieser Heizungsgattung einen im Verhältnisse größeren Geldaufwand erheischen.

Der Heizdienst erfordert bei Dampfluftheizungen weniger Mühe als bei Feuerluftheizungen, schon wegen der geringeren Anzahl der Feuerstellen. Auch dies spricht zu Gunsten der ersteren.

Der springende Punkt aber ist die Brennstoff-Ersparnis, die mir so ausschlaggebend erscheint, daß ich mir zu sagen getraue: Alles zusammengenommen ist die Feuerluftheizung nicht billiger, als die Niederdruckdampf-Luftheizung, also als das für Schulen vortheilhafteste Heizsystem.

Auch jene können damit zufrieden sein, denen die Geldfrage auch in gesundheitstechnischen Angelegenheiten als das Wichtigste gilt und welche denn doch vergessen, daß Leben und Gesundheit des Kindes nicht allein den Eltern lieb und theuer sind, sondern auch für Staat und Gemeinde einen Geldwerth darstellen.

Das Verdienst, diese Heizart in Schulen zuerst verwendet zu haben, gebührt Wien vor allen anderen Städten. Dank der weisen Einsicht des Wiener Stadtrathes und der neuorganisirten Stadtverwaltung überhaupt, welche die Anträge ihres technischen Amtes zu würdigen weiß, sind im J. 1891 zwei große Schulgebäude mit Niederdruckdampf-Luftheizungen ausgestattet worden; bei drei anderen ist dies beschlossene Sache.

In Wien, der Stätte, wo einst der Vater der Schulhygiene, nämlich der hochverdiente Director des Krankenhauses und Anatomie-Professor Johann Peter Franck*)

*) Franck (1745 zu Rotalben im Grossherzogthume Baden geboren, Leibarzt an verschiedenen Höfen, von 1795 bis 1804, dann wieder von 1811 bis zu seinem Tode 1821 zu Wien in mannigfacher Weise lehrend und schaffend) schuf in seinem umfangreichen Hauptwerke: „System einer vollständigen medicinischen Polizei“, 1779—1817, die Grundlagen der Schulgesundheitspflege.

gewirkt; in dieser Stadt, in welcher die Renaissance der seit der Zeit des römischen Kaiserthums gleich Prinzeß Dornröschen schlummernden Heiztechnik durch den Professor des Wiener k. k. polytechnischen Institutes, Paul Traugott Meissner*) mit der Erfindung der nach ihm benannten Heizungsart eingeleitet wurde; in Wien ist nun die Heiztechnik auf der besten Bahn. Möge sie darin bleiben!

*) Meissner, geboren 1778 zu Mediasch in Siebenbürgen, gestorben 1864 bei Wien, war durch sein Werk: „Die Heizung mit erwärmter Luft, systematisch beurtheilt und als das wohlfeilste, bequemste, der Gesundheit zuträglichste und zugleich die Feuersgefahr am meisten entfernende Mittel zur Erwärmung der Gebäude aller Art", Wien, 3. Aufl. 1826, der Erste, der die künstliche Lüftung auf wissenschaftliche Weise anregte; manche der von ihm geplanten Luftheizungen bestehen noch heute im Betriebe, werden aber wohl auch nicht lange mehr dem Zahne der Zeit Widerstand leisten können. Es wäre eine dankenswerthe Aufgabe, einen dieser ältesten Luftheizapparate durch Aufbewahrung in einem Museum der Nachwelt, die vielleicht für die Geschichte der Technik mehr Theilnahme haben wird, als die Jetztzeit, zu erhalten. Meissner beschäftigte sich auch bereits mit der Waggonbeheizung.

ANHANG.

Bemerkungen über Niederdruckdampf-Luftheizungen.

Der erforderliche Dampf wird am zweckmäßigsten in zwei nebeneinander befindlichen Heizkesseln erzeugt. Mehr als zwei Kessel dürften wegen der großen Kosten für Schulgebäude sich nur ausnahmsweise empfehlen: bei einem einzigen Kessel würde der Betrieb bei irgend welchem vorkommenden Gebrechen bis zu dessen Behebung völlig eingestellt werden müssen.

Sind zwei gleich große Kessel mit einer solchen Gesammtheizfläche angeordnet, welche bei den niedrigsten vorkommenden Außentemperaturen, z. B. — 20°, ausreicht, so langt noch bei einer Kälte von 0°, also an sehr vielen Tagen, ein Kessel aus. Der nicht gefeuerte Kessel bleibt hierbei in freier Verbindung mit seinem beheizten Nachbar, wobei sich wegen der Abkühlung des Dampfes in ersterem der Wasserstand etwas höher stellen wird. Der Höhenunterschied der Wasserstände, welcher von der Kesselform abhängt, beträgt bei den beschriebenen Anlagen 0·10 bis 0·15 *m*.

Selbstverständlich muss jeder Kessel durch in die Dampf- und in die Rückleitung eingeschaltete Ventile absperrbar sein, um erforderliche Ausbesserungen ohne Betriebsstörung vornehmen zu können. Die Ventile dürfen jedoch von dem Heizer nicht gestellt werden können, da derselbe sie sonst aus Ungeschick schließen und trotzdem anfeuern könnte, wodurch Wassermangel oder zu hohe Dampfspannung mit allen schweren Folgen entstünde. Um solche Vorkommnisse zu verhüten, wird das Gehäuse und die Spindel dieser Ventile in der Stellung „offen“ durchbohrt, ein Dorn durchgezogen und dessen Enden versiegelt.

Das Standrohr hat eine Höhe von 5 *m* und eine Mindestweite zu erhalten, welche nach den bezüglichen deutschen Vorschriften (Erlass des Reichskanzlers vom 29. Mai 1871) 80 *mm*, nach österreichischer Verordnung 100 *mm* zu betragen hat; widrigenfalls unterliegen die Heizkessel in Anlage und Betrieb den erschwerenden Bestimmungen, welche für Dampfkessel gelten. Das überkochende Wasser ist in einer solchen Weise abzuleiten, daß eine Gefährdung von Personen, sowie eine Beschädigung oder Verunreinigung des Gebäudes nicht eintreten kann.

Die Wirksamkeit der feuerbespülten Heizfläche des Kessels hängt von dessen Einrichtung ab; im Allgemeinen wird für einen Quadratmeter derartiger Heizfläche auf keinen größeren stündlichen Wärmedurchlass als höchstens 9000 *WE* mit Sicherheit zu rechnen sein. Da nach der abgekürzten Formel von Regnault zur Umwandlung von 1 *kg* Wasser von $t^0\,C$ in Dampf von T^0 eine Wärmemenge $W = 606{\cdot}5 + 0{\cdot}305\,T - t$ nothwendig ist und im vorliegenden Falle t mit 80^0, T mit 105^0 angenommen werden kann, also $W = 558{\cdot}5$ *WE* ist, so hat hiernach 1 m^2 der Heizfläche stündlich $9000 : 558{\cdot}5 = 16{\cdot}1$ *kg* Dampf zu entwickeln. Prof. H. Fischer*) giebt für die Heizkessel der Niederdruck-dampf-Heizung einen noch kleineren Werth, nämlich 10 bis höchstens 16 *kg* an.

Da die Betriebsverlässlichkeit der gesammten Anlage in erster Linie von der Güte und Dauerhaftigkeit der Kessel abhängt, so ist ein Kargen bei deren Construction durchaus nicht am Platze. Die Wandstärke, welche sich für den vorkommenden größten Ueberdruck von 0·5 Atm. errechnet, ist eine ungemein geringe; es wird daher, um vollkommen sicher zu gehen, rathsam sein, den Heizkessel so zu bauen und einzurichten, daß derselbe auch für einen Betriebsüberdruck von 3 Atm. geeignet wäre. Betreffs der zu derartigen Kesseln zu verwendenden Materialien, so wie deren Anarbeitung verlangen die allerdings weitgehenden „Bedingnisse bezüglich der Herstellung von Niederdruckdampf-

*) Heizung und Lüftung der Räume, von Prof. Hermann Fischer, 2. Aufl., 1890, enthalten in Durm's Handbuch der Architektur, III. Th., 4. Bd

Luftheizungen in den Schulen der Stadt Wien“ das Folgende:

Kommt Schweißeisen in Verwendung, so dürfen nur Bleche aus mit Holzkohle erblasenem, steirischem Eisen verwendet werden, wobei die Feuerplatten aus den vorzüglichsten Blechen herzustellen sind. Die Zerreißfestigkeit der Bleche hat in der Walzrichtung per 1 mm^2 nicht unter 34 kg, rechtwinklig zur Walzrichtung nicht unter 32 kg zu betragen. Hierbei muss der ursprünglich 500 mm^2 messende Stabquerschnitt im ersten Falle mindestens um 25 %, im zweiten Falle mindestens um 12 % sich zusammenziehen. Die Bleche werden auch Biegungsproben unterzogen, wobei dieselben, im kalten Zustande, nach der Längsrichtung (Walzrichtung) bis auf einen Winkel von 80^0 oder nach der Querrichtung bis auf einem stumpfen Winkel von 110^0 zusammengebogen, keinerlei Risse zeigen dürfen. Im warmen Zustande müssen sich die Winkelschenkel bis zur vollkommenen Berührung ohne Rissebildung zusammenbiegen lassen. In beiden Fällen der Biegungsproben ist ein Appretiren der Probestäbe, d. h. ein Rundfeilen der Ränder an der Biegungsstelle gestattet.

Bei Verwendung von Flusseisen ist bloss Martinstahl gestattet, bei welchem eine Zerreißfestigkeit von wenigstens 40 kg per 1 mm^2 und 25 % Minimal-Längendehnung des ursprünglich 200 mm langen und 500 mm^2 im Querschnitte messenden Stabes nachgewiesen werden soll. In Bezug auf Biegung haben die Probestäbe im gehärteten Zustande (dunkelrothwarm in Wasser von 28^0 C.) sich in einem, der zweifachen Blechstärke entsprechenden Bogen biegen zu lassen, ohne Risse zu zeigen. Auch hier können die Stäbe wie beim Schweißeisen appretirt werden.

Die Nietfugen sind so anzuordnen, daß kein innerer, nach oben gerichteter Vorsprung gebildet wird, und daß beim Ablassen des Wassers dasselbe vollständig abfließen muss. Vor dem Zusammennieten sind sämmtliche Kanten mit der Feile abzurunden. Nach dem Zusammennieten sind die Fugen der Kesselbleche, sowie die Niete selbst, vorsichtig und ohne Beschädigung der Kesselbleche mit stumpfen Werkzeugen zu verstemmen.

Die Nietlöcher können gebohrt oder gelocht werden. Im letzteren Falle darf nur ein um 3 mm kleineres Loch als der Nietendurchmesser hergestellt und müssen die Löcher nach Uebereinanderlegen der Bleche durch Ausreiben erweitert werden. Die Nietlöcher sollen von den Nieten vollkommen ausgefüllt werden.

Armaturgegenstände dürfen nur dann unmittelbar an dem Kessel befestigt werden, wenn eine ebene Fläche vorliegt; im Gegenfalle, sowie bei Oeffnungen über 25 mm muss stets in geeigneter Weise ein Sitz für den Armaturtheil am Kessel angenietet werden.

Die Kessel sind sowohl in der Fabrik, als auch vor der Einmauerung nach definitiver Aufstellung einer amtlichen Druckprobe bis auf 5·5 Atmosphären Ueberdruck zu unterziehen. Der Kessel darf hierbei weder an seiner Form, noch an einem seiner Theile eine bleibende Aenderung erfahren.

Zur Vermeidung einer unrichtigen Einmauerung der Kessel ist die höchste Feuerlinie deutlich durch Oelfarbe zu bezeichnen.

Das Mauerwerk des Kessels, sowie der Canäle, welche die Verbrennungsluft vom Zugregler zum Roste führen, muss auch in der Hinsicht sorgsam ausgeführt werden, daß selbes im praktischen Sinne luftdicht ist; durch offene Fugen würde Luft angesaugt werden, und zwar in solchem Maße, daß die Wirksamkeit des Zugreglers überhaupt in Frage gestellt sein könnte.

An den Rohrleitungen und Wärmeabgebern einer Niederdruckdampf-Luftheizung werden bei ursprünglich solider Herstellung Ausbesserungen ungemein selten vorkommen. Um eine auch in dieser Hinsicht vorzügliche Anlage zu erhalten, fordern die früher erwähnten Bedingnisse:

Rohrleitungen mit einer Lichtweite über 50 *mm* haben aus schmiedeisernen geschweißten Rohren von entsprechenden Durchmessern und Wandstärken zu bestehen. Sämmtliche Rohre ohne Unterschied der Lichtweite sollen einen Ueberdruck von 6 Atmosphären aushalten. Das Bemänteln von Rohrfehlern durch Löthen oder Kitten ist unzulässig.

Compensatoren mit einer Lichtweite über 50 *mm* sind aus Kupfer herzustellen.

Die Dichtung hat bei Leitungen bis zu 50 *mm* lichtem Durchmesser mit Rechts- und Linksgewinden, also durchwegs metallisch zu geschehen. Die Leitungen über 50 *mm* lichtem Durchmesser haben Flanschen zu erhalten, welche mit Kupfer- oder mit in Firniß getränkten Asbest-Ringen zu dichten sind.

Nach erfolgter Montirung werden die Leitungen sammt Kesseln und Wärmeabgebern einer Druckprobe auf 3 Atm. unterzogen.

Die Rohrleitungen, mit Ausnahme der mit einem Wärmeschutzmittel zu umhüllenden, sind in heißem Zustande mit einem dünnen, gleichmäßigen Ueberzug von Asphalttheer zu streichen.

Als Wärmeabgeber werden gewöhnlich solche mit Rippen verwendet, deren Aussenfläche begreiflicherweise keineswegs so viel Wärme abgiebt, als eine glatte Fläche. Bei den üblichen Formen solcher Rippenheizflächen wird für je 1^0 C. Temperaturunterschied und 1 m^2 Außenfläche die stündliche Wärmeüberführung etwa mit 6 WE anzunehmen sein; hierbei

ist eine lebhafte Bespülung der Heizflächen mit Luft vorausgesetzt. Für eine Heizkammer, welche mit dem Frischluftcanale in Verbindung steht, ergiebt sich sonach die Wärmeabgabe für $1\,m^2$ Rippenheizfläche nach der Formel $A = \frac{(T_1 + T_2) - (t_1 + t_2)}{2}\ k$, wobei $\frac{T_1 + T_2}{2}$ die mittlere Temperatur des in den Heizkörpern befindlichen Dampfes, t_1 der Wärmegrad der in die Heizkammer gelangenden Außenluft, t_2 jener der Warmluft und k gleich dem eben angeführten Coëfficienten ist.

Im vorliegenden Falle ist $T_1 = T_2 = 105^0$, $t_1 = -20^0$, $t_2 = 40^0$ anzunehmen. Daher $A = \left(105 - \frac{40-20}{2}\right) \times 6 =$ $570\,WE$. Die Wiener Bedingnisse gestatten höchstens $550\,WE$ in Rechnung zu bringen.

Wärmeabgeber, zu welchen keine Außenluft zugeführt ist, welche vielmehr eine Kreislaufheizung zu bewirken haben (z. B. für Treppenhäuser, Gänge), sind viel weniger wirksam, da die Luftbewegung um dieselben träger ist. Für $1\,m^2$ Rippenheizfläche sind hierbei 400 bis höchstens $450\,WE$ anzusetzen. Auch hier ist vorausgesetzt, daß der Rippenvorsprung nicht mehr als $60\,mm$ misst.*)

Bei jeder Luftheizung ist bekanntlich darauf zu achten, daß die erwärmte Luft einen nur geringen horizontalen Weg zurücklegen darf; sonst ergeben sich bei dem Betriebe Störungen in der Gleichmäßigkeit der Erwärmung der einzelnen Räumlichkeiten und rückläufige Luftströmungen.

Bei der Niederdruckdampf-Luftheizung ist man im Gegensatze zur Feuerluftheizung ohne wesentliche Kosten in der Lage, soviele Heizkammern derart anzubringen, daß die Warmluft lothrecht aus denselben aufsteigt.

Auf die leichte Reinigung der Luftwege und Heizkammern ist großer Werth zu legen. Alle horizontalen Schläuche sollen zu diesem Zwecke mindestens bekriechbar

---

*) Untersuchungen über die Wirksamkeit von Rippenheizflächen finden sich u. A. in dem früher angeführten Werke von H. Fischer, sowie in dem „Lehrbuch der Heiz- und Lüftungstechnik von Friedrich Paul“, Wien 1885.

sein oder es muss eine anderweitige geeignete Anordnung (nahe aneinander befindliche Reinigungsöffnungen u. dgl.) getroffen werden. Das Wünschenswertheste ist die Befreiung der Luft vom Staube. Selbe ist durch Waschung mittelst eines Sprühregens zu erzielen, wobei freilich die Kosten der nicht unerheblichen Wassermengen, die Schwierigkeit der Ableitung derselben, der Einführung im Wege stehen. Die für manche Verhältnisse vortrefflichen Luftfilter eignen sich dort nicht, wo der Auftrieb der Luft blos auf deren Erwärmung beruht, sondern fordern die Anwendung motorischer Kräfte.

Die richtige, nicht zu knappe Bemessung der Querschnitte der Luftschläuche ist für die gute Wirksamkeit einer Luftheizanlage von ausschlaggebendem Einflusse. Der Querschnitt hängt 1. von der in den einzelnen Raum stündlich einzuführenden, bezw. abzuleitenden Luftmenge, welche entweder gleich dem doppelten Luftinhalt desselben, oder bei einem Zimmer mit größerem Wärmeerfordernisse gleich der zur Deckung der Abkühlung erforderlichen Luftmenge (vgl. S. 33) ist und 2. von der zu erwartenden secundlichen Luftgeschwindigkeit ab. Letztere berechnet sich nach der Formel $v = \alpha \sqrt{\frac{2\,gh\,(T-t)}{273+t}}$, in welcher α von den stets erheblichen Druckverlusten durch Reibung und anderen Widerständen abhängt. Es ist hierbei g = Acceleration der Schwere = $9{\cdot}81m$, h die Höhe der Luftsäule, T die mittlere Temperatur der zu leitenden Luft und t der Wärmegrad des Raumes, in welchen die Luft ausströmt. Für eine oberflächliche Rechnung kann α für die hier vorliegenden Verhältnisse mit etwa $0{\cdot}5$ angenommen werden.*)

Für die aufsteigenden Zuluftschläuche einer Niederdruck-Dampf-Luftheizung mag $T = 40^0$, $t = 18^0$ und für einen ebenerdigen Raum $h = 2{\cdot}5\,m$ angenommen werden. Es ist sonach $v = 0{\cdot}5\sqrt{19{\cdot}6 \times 2{\cdot}5\,(40-18) : (273+18)} = 0{\cdot}5\sqrt{3{\cdot}7} = 0{\cdot}96\,m$. Für den zum ersten Obergeschoße führenden Zuluftschlauch rechnet sich, wenn $h = 7{\cdot}0\,m$,

*) Nach P. Käuffer (Gesundheits-Ingenieur vom Jahre 1881) schwankt α zwischen $0{\cdot}3$ und $0{\cdot}625$.

$v = 0{\cdot}96 \sqrt{7{\cdot}0 : 2{\cdot}5} = 1{\cdot}6\,m$ und für jenen des 2. Stockes, wenn $h = 11{\cdot}5\,m$ ist, $v = 0{\cdot}96 \sqrt{11{\cdot}5 : 2{\cdot}5} = 2{\cdot}1\,m$.

Die Luftgeschwindigkeit ist also in dem ein ebenerdiges Zimmer bedienenden Schlauche wesentlich kleiner, als in den Schläuchen für die oberen Geschoße. Sind in ersteres Zimmer stündlich $733\,m^3$ zuzuführen (vgl. S. 33), d. i. in der Secunde $733 : 3600 = 0{\cdot}204\,m^3$, so ergiebt sich der kleinste Schlauchquerschnitt mit $0{\cdot}204 : 0{\cdot}96 = 0{\cdot}21\,m^2$; der Verfasser des Grundrisses eines Schulhauses wird vorziehen, zwei Schläuche anzuordnen, deren Querschnittssumme obiger Größe gleichkommt.

Bei den Abluftschläuchen ist die Geschwindigkeit desto größer, je niedriger die Außentemperatur ist. Man wählt daher, um dem ungünstigsten Fall gerecht werden zu können, $t = +10^0$, nämlich den während der Heizperiode noch vorkommenden oberen Grenzwerth. Der mittlere Wärmegrad der abziehenden Luft kann hierbei, da bei solchem milden Wetter die Abkühlung derselben während ihres Weges im Abluftschlauche gering ist, mit $T = 18^0$ angesetzt werden. Bei einem zweistöckigem Schulhause mit über Dach geführten Abluftschläuchen ergiebt die Rechnung für $h = 16$, also für den Abluftsschlauch, welcher zu ebener Erde beginnt, $v = 0{\cdot}5 \sqrt{19{\cdot}6 \times 16\,(18 - 10) : (273 + 10)} = 1{\cdot}5\,m$; für die Abluftschläuche des I., bezw. II. Geschoßes 1·25, bezw. $1{\cdot}0\,m$. Bei der Querschnittsbemessung braucht hierbei, auch für schlecht zu heizende Zimmer, die stündliche Abluftmenge nicht größer als der doppelte Rauminhalt angesetzt zu werden.

Auf saubere Herstellung der aufsteigenden Schläuche ist beim Baue eine besondere Aufmerksamkeit zu verwenden, was leider manchmal versäumt wird. Es ist praktisch, beim Mauern Formen zu verwenden, die aus vier gehobelten, außen mit Zinkblech überzogenen, etwa $2\,m$ langen Brettern gebildet sind und während des Baufortschrittes allmälich nach aufwärts gezogen werden. Die hierdurch ausgesparten Schläuche haben glatte Innenflächen, an denen sich keine größeren Staubmengen anlegen können.

Der für die Heizkessel dienende Schornstein muss einen ausreichenden Querschnitt, betreffs dessen Wahl stets

das maßgebende Urtheil des Heiztechnikers rechtzeitig einzuholen ist, erhalten und gute Zugverhältnisse besitzen. Jedenfalls soll derselbe höher als die Dachfirste des Schulhauses und sonstiger etwa in der Nähe vorhandener Gebäude sein. Bei seiner Planung und Herstellung ist zu beachten, dass die Verbrennungsgase in demselben nur eine thunlichst geringe Abkühlung erleiden dürfen. Es empfiehlt sich bei freistehenden Schornsteinen oder solchen an Außenmauern durch isolirende Luftschichten im Gemäuer Schutz gegen übergroße Wärmeverluste zu bieten. Fehler bezüglich des Schornsteines rächen sich im Betriebe bitter und sind dann nur mit großen Kosten und Störungen behebbar. Bei in Innenmauern untergebrachten Schornsteinen werden die anstoßenden Räume häufig überwarm, wenn nicht Schutzmaßregeln vorgesehen worden sind.

Bei den meisten Heizanlagen, in welchen Niederdruckdampf angewendet wird, ist der Betrieb ein stetiger, d. h. das Feuer verlischt auch Nachts über nicht völlig. Die Erfahrung hat auch bei den beschriebenen Anlagen gelehrt, daß der Brennstoffaufwand hierbei nicht größer, eher sogar geringer ist, als bei unterbrochenem Betriebe. Letzterer erfordert aber vom Heizer ein viel frühzeitigeres Aufstehen, während bei stetiger Feuerung der Heizer, nachdem er Abends zum letzten Male Brennstoff aufgebracht und durch den Rauchschuber den Querschnitt des Rauchgasweges gedrosselt hat, am Morgen noch Dampfspannung vorfindet und auch zu kalten Zeiten in etwa zwei Stunden die vorschriftsmäßigen Wärmegrade in allen Räumen des Hauses erzielt. Aus Vorsicht ist nächst der Schlafstätte des Heizers ein elektrisches Läutwerk anzubringen, welches bei einem Ueberkochen im Kessel — das bei verständiger Bedienung nicht eintreten wird — den Heizer weckt. Bei mäßigen Außentemperaturen wird sich der unterbrochene Betrieb empfehlen, um nicht allzu hohe Wärmegrade in den Lehrräumen zu erhalten.

Stündlicher Wärmedurchlass durch 1 m^2 Fläche bei 1° C. Temperaturunterschied.

(Vgl. S. 15)

Bei Nachts unterbrochenem Betriebe:

Mauern aus Ziegeln oder Quadern:

Mit einer Wandstärke von 0·14 bis 0·16 *m* ..... 2·3 *WE*
„ „ „ „ 0·25 „ 0·31 *m* ..... 1·8 *WE*
„ „ „ „ 0·38 „ 0·40 *m* ..... 1·3 *WE*
„ „ „ „ 0·45 „ 0·48 *m* ..... 1·2 *WE*
„ „ „ „ 0·60 „ 0·64 *m* ..... 0·9 *WE*
„ „ „ „ 0·75 „ 0·78 *m* ..... 0·75 *WE*
„ „ „ „ 0·90 „ 0·94 *m* ..... 0·7 *WE*
„ „ „ „ 1·05 *m* ..... 0·6 *WE*

Bei Bruchsteinmauerwerk um 15% mehr, ebenso bei gemischtem Mauerwerke.

Fenster oder Glasthüren, einfach ..... 4·0 *WE*
„ „ „ doppelt ..... 2·5 *WE*
Thüren mit Füllungen ..... 3·0 *WE*
Verstemmte Thüren, durchaus 4 bis 5 *cm* stark .... 2·2 *WE*
Hausthore, 8 *cm* stark ..... 2·0 *WE*
Holzwände, beiderseits stuccatort ..... 1·5 *WE*

Decken:	oberhalb des betreffenden Zimmers	unterhalb des betreffenden Zimmers
Dippelboden mit Schuttlage, liegendem Ziegelpflaster oder Holzfußboden	0·4	0·32
Tramboden, wie oben	0·5	0·4
Gewölbe, 15 *cm* stark, wie oben	0·7	0·55
Bretterdecke, stuccatort	1·5	1·2

Oberlicht, einfach ..... 5·4 *WE*
„ doppelt ..... 2·6 *WE*

Für nach Nord, Nordost oder Ost gerichtete Außenmauern und Fenster ist 10% oder, wenn das Gebäude dem Windanfall stark ausgesetzt, 20% zuzuschlagen.

Bei stetiger Feuerung ist 10% abzurechnen.

Bei der Berechnung des Wärmeerfordernisses kann für die nicht beheizten Räume folgende Temperatur in ⁰ C. angenommen werden:

Für dauernd geschlossene Räume im Keller und in den Geschoßen 0⁰
Für mit Außenluft an einer Seite in unmittelbarer Verbindung stehende Räume (Keller mit unverschlossenen Einwurf-Oeffnungen) ..... — 5⁰
Für Keller, die als Frischluftwege dienen ..... — 15⁰
Für den Kellerraum, in welchem ein Wärmeerzeuger sich befindet ..... + 10⁰
Für Hauseingänge ..... — 10⁰
Für Gänge und Treppenhäuser, die vom Hauseingang durch einen Windfang abgetrennt sind 0⁰
Für den Dachboden ..... — 10⁰

Wärmedurchlass verschiedener Heizflächen

in einer Stunde für 1⁰ C. Temperaturunterschied und $1 m^2$ Fläche.

(Vgl. Seite 65.)

Material der Heizfläche	Wärmeträger	Zu erwärmen	Wärmedurchlass-Coëfficient k / WE
Gußeis. (od. Eisenblech)	Rauch	Luft	7—10
dto.	dto.	Wasser	12—20
Thon (gebrannt)	dto.	Luft	5
Eisen	Wasserdampf	Luft	11—18
dto.	dto.	Wasser	750--1050
dto.	Wasser	Luft	12—20
dto.	dto.	Wasser	etwa 300—450

Diese Werthe beziehen sich auf glatte Heizflächen (ohne Rippen).

Auf den menschlichen Körper bezügliche Zahlenwerthe.

(Zum Theil aus E. Deny: „Rationelle Heizung und Lüftung", Berlin 1886.)

Der Mensch athmet in der Minute 16 bis 17 mal je 0·315 Liter Luft ein; in der Stunde werden also rund 1000 Athemzüge gemacht und $\frac{1}{3}\,m^3$ Luft eingeathmet (nach Dumas). Die ausgeathmete Luft, deren Menge von jener der eingeathmeten nicht wesentlich abweicht, enthält 4 Volumpercent Kohlensäure.

Die stündliche Kohlensäureausscheidung beträgt zwischen 18·3 und 44·7 *gr*, wobei der erstere Werth sich auf ein kleines Kind, der zweite auf einen kräftig arbeitenden Erwachsenen bezieht.

1 m^3 Luft im Freien enthält 0·4 bis 0·8 *gr* Kohlensäure, nach Regen mehr. In von Menschen besetzten Räumen soll 1 m^3 Luft, nach v. Pettenkofer höchstens 1 Liter, womöglich jedoch nur 0·7 Liter Kohlensäure enthalten. Da 1 m^3 Luft (bei 0° C. und 760 *mm* Barometerstand) 1·294 *kg*, 1 m^3 Kohlensäure 1·967 *kg* wiegt, hätte 1 *kg* Luft hiernach 1·5, besser 1·1 *gr* Kohlensäure zu enthalten.

Bei mittlerem Feuchtigkeitsgehalte der Luft scheidet der menschliche Körper stündlich 45 bis 77 *gr* Wasser durch Haut- und Lungenathmung aus; der erstere Werth bezieht sich auf Kinder.

Durch den Stoffwechsel liefert ein Kind stündlich 50, ein Erwachsener 100 bis 125 *WE.*

INHALTSWEISER.

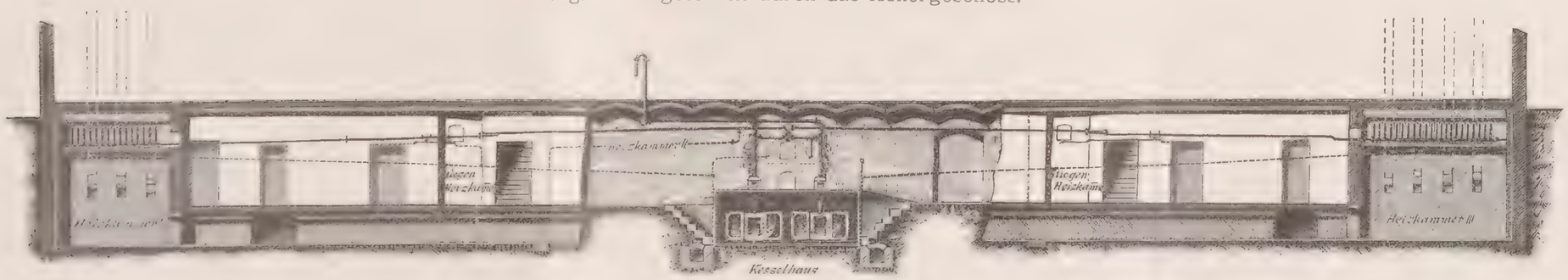
	Seite
Abluftschlauch	9, 67
Aborte	4, 35, 40
Ausgiebige Lüftung	6
Außentemperatur	15
Berechnung des Wärmeerfordernisses	14, 33, 69
Berechnung der Heizfläche	32, 62, 65, 70
Beschaffenheit der Luft	5, 71
Controle der Lüftung	17
Dunstheizung	21
Fensterventilationen	12
Feuchtigkeitsgrad der Luft	6, 71
Feuerluftheizung	20, 28, 58
Forderungen der Gesundheitslehre	2
Franck	59
Frischluftschuber	32
Gänge	4, 36
Geschichtliches	59
Geschwindigkeit der Luft	66
Gesundheitsgemäße Lüftung	11
Grenzthermometer	43
Heißwasserheizung	20, 25, 58
Heizer	18, 29
Heizflächen-Berechnung	32, 62, 65, 70
Heizkammer	41, 52
Kessel	36, 45, 49, 61
Kohlensäuregehalt der Luft	7, 71
Kosten	53
Lehrheizer	30
Lehrzimmergröße	7
Luftbefeuchtung	42, 52
Luftheizung	19, 27
Luftmischung	31
Lüftungsöfen	21
Luftzug	1, 11, 14
Manometer	40
Meissner	60
Mischklappen	31, 42
Namen der Heizgattungen	19
Niederdruck-Dampfheizung	20, 26, 55
Niederdruckdampf - Luftheizung	20, 28, 34, 58, 61
Oefen	19
Querschnitt der Schläuche	66
Rohrleitungen	64
Schornstein	68
Schülerzahl	8
Selbstthätige Lüftung	14
Standrohr	38, 61
Sommerventilationen	10
Staub	5
Temperaturhöhe	3, 70
Thermometer	43
Transmissions-Coëfficienten	15, 69
Treppenhäuser	4, 36
Wärmeabgeber	41, 51, 53, 65
Wärmedurchlass	70
Wärmeerfordernis-Rechnung	14, 33, 69
Warmwasserheizung	20, 25, 58
Warnvorrichtung	40
Zugregelung	38, 46, 50
Zuluftschlauch	10, 31, 66

NIEDERDRUCKDAMPF-LUFTHEIZUNG IN DER STÄDTISCHEN DOPPELSCHULE, WIEN, V. EMBELGASSE

AUSGEFÜHRT VON DER

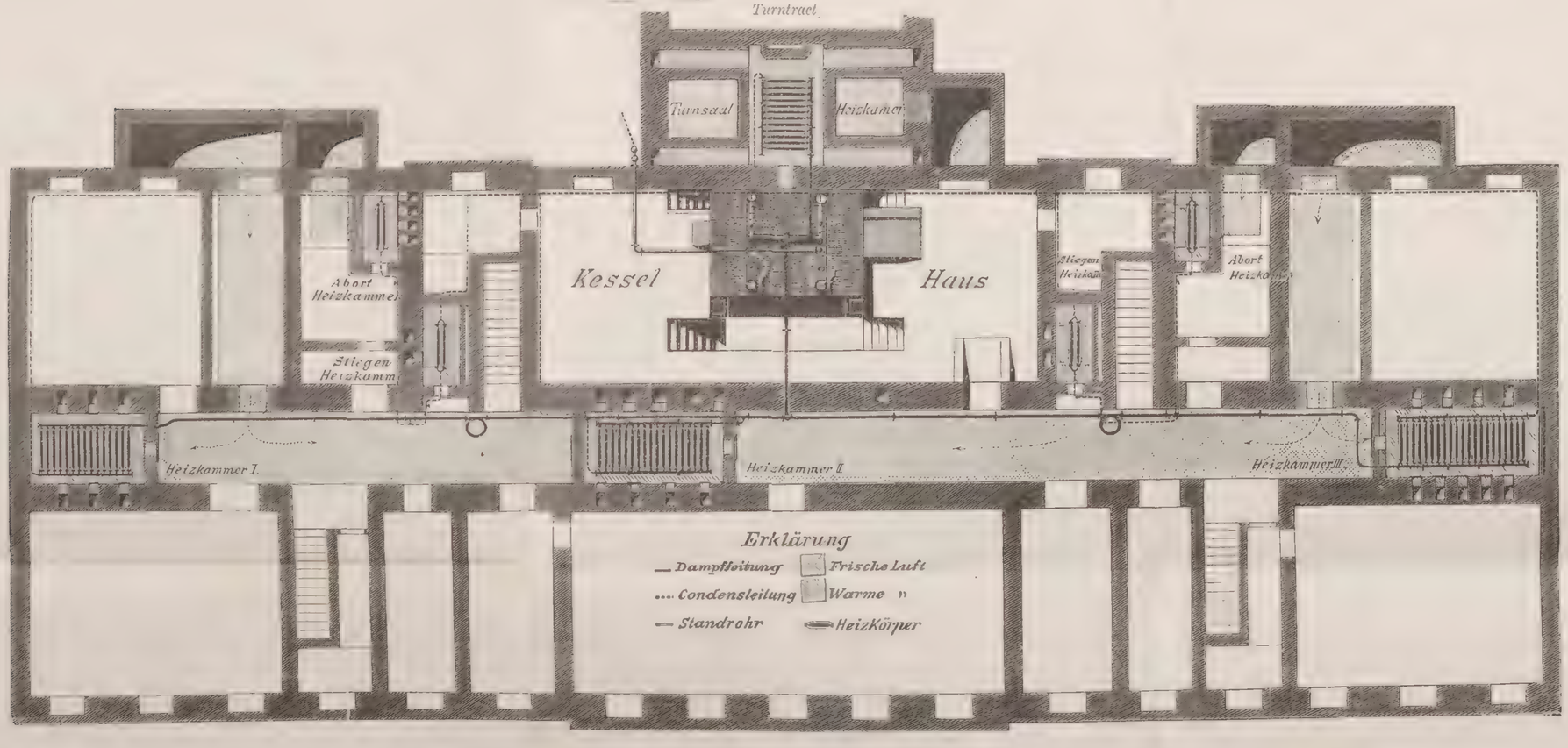
ACTIENGESELLSCHAFT FÜR WASSERLEITUNGEN, GAS- UND HEIZUNGSANLAGEN.

Fig. 1. Längsschnitt durch das Kellergeschoss.



1:216 nat. Gr.

Fig. 2. Grundriss des Kellergeschosses.



Einzelnheiten der Anlage sind in den Textfiguren 3 bis 6 dargestellt.

R. SPIES & CO. WIEN.

Fig. 1.

Längsschnitt des Heizkefsels. 1:40.

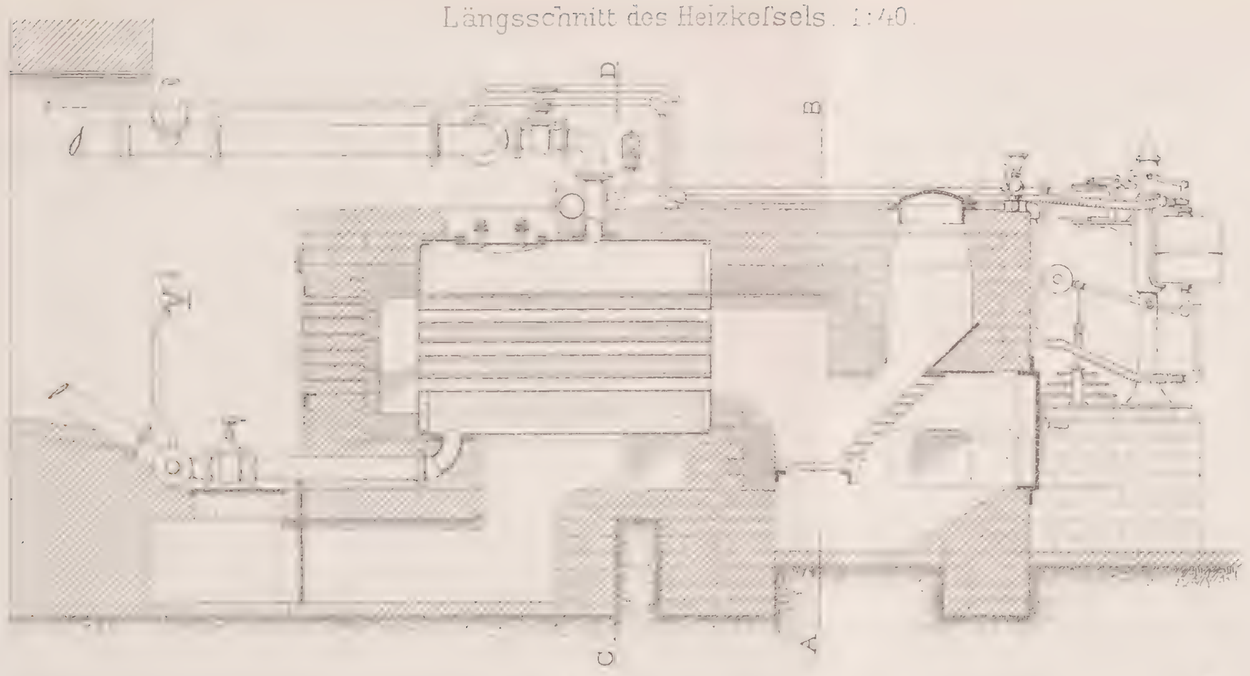
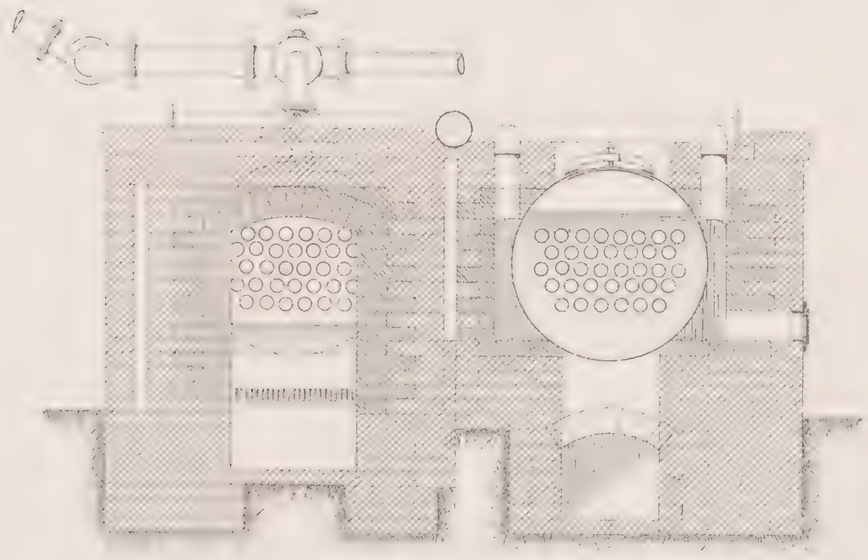
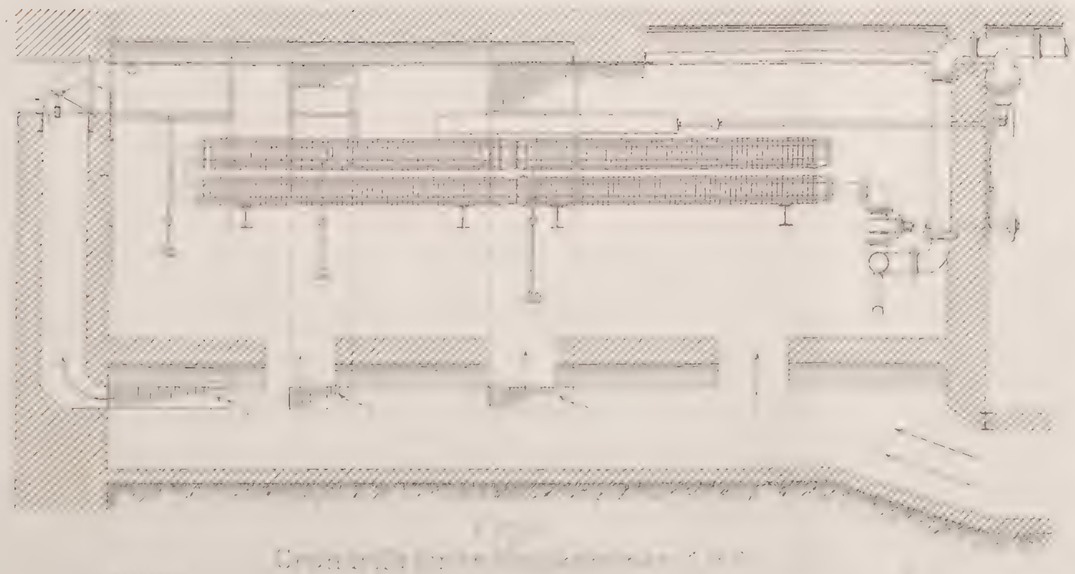
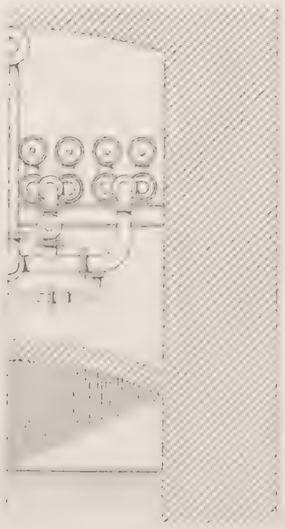


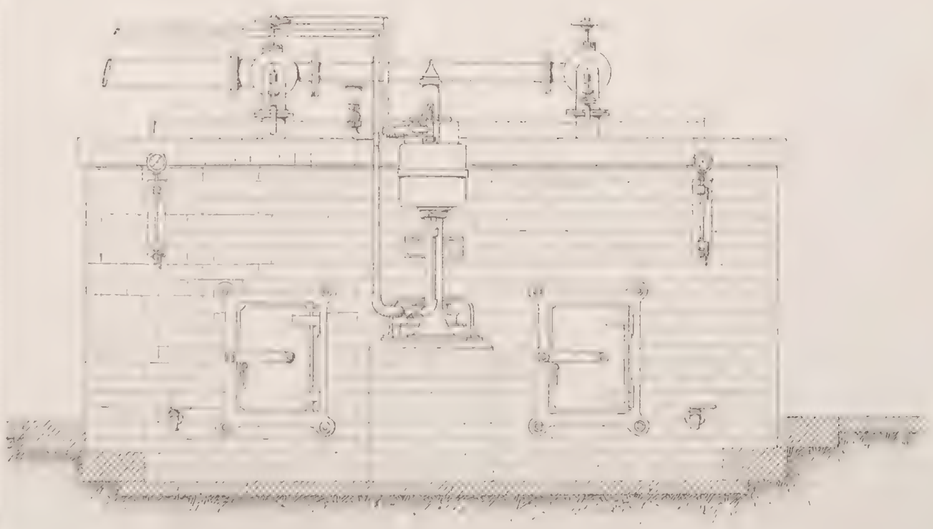
Fig. 2.

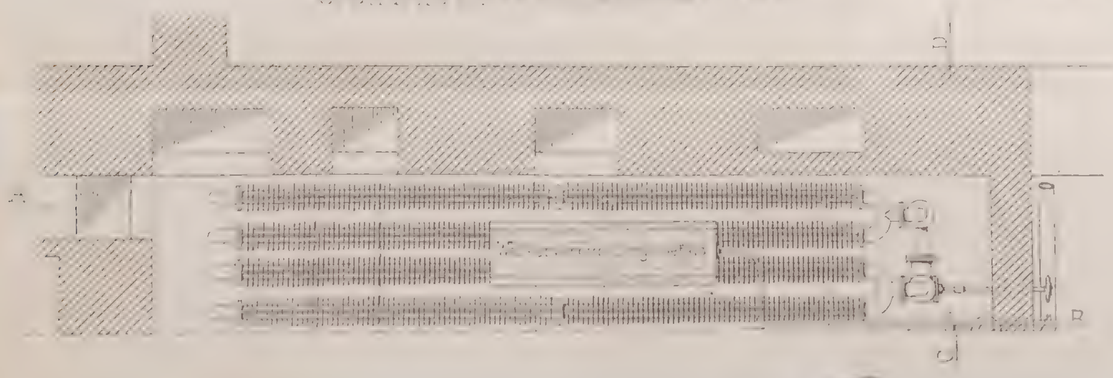
Querschnitt des Heizkefsels · 1:40.
nach AB. nach CD.











NIEDERDRUCK-DAMPF-LUFTHEIZUNG

in der

STÄDT. DOPPELSCHULE

VI. Stumpergafse 10

ausgeführt im Jahre 1891

von dem Etablissement für gesundheitstechnische-Anlagen

Novelly & Cº Wien.

R. SPIES & Cy. ART. ANST. WIEN.

Bögl

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Beraneck, Hermann

Über Lüftung und Heizung, insbesondere von Schulhäusern durch Niederdruckdampf-Luftheizung

Wien [u.a.] 1892

Pol.civ. 12 u
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11883513-3